XA
.R483

Per. 2
Vol. 20
1864

THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
PRO SCIENTIA POPULIQUE SALUTE
1891
LIBRARY

GENEVA BOTANICAL GARDEN
Septemb 1899 R W Gibson Inv

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENEVE
VENDU EN 1922

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENÈVE
VENDU EN 1922

GENÈVE. — IMPRIMERIE DE JULES-GUILLAUME FICK.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ET

REVUE SUISSE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

NOUVELLE PÉRIODE

TOME VINGTIÈME

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

GENÈVE

BUREAU DE LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE
4, rue de l'Hôtel-de-Ville

LAUSANNE
DELAFONTAINE ET ROUGE

NEUCHATEL
SAMUEL DELACHAUX & Cie

1864

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENÈVE
VENDU EN 1922

P483
Ser. 2
Tome 20
1864

RECHERCHES

SUR

LES ACIDES SILICOTUNGSTIQUES

ET NOTE SUR

LA CONSTITUTION DE L'ACIDE TUNGSTIQUE

PAR

M. C. MARIGNAC.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

(Extrait.)

J'ai signalé, dans un mémoire précédent [1], l'existence d'un nouveau groupe de composés salins, dont l'acide résulte de la combinaison de l'acide tungstique avec une petite quantité d'acide silicique. J'ai poursuivi depuis cette époque l'étude de ces composés qui sont plus variés que je ne l'avais cru d'abord. L'analogie de leurs propriétés, et la difficulté de déterminer avec une parfaite exactitude les proportions relatives de la silice et de l'acide tungstique, m'avaient fait supposer l'existence d'un seul genre de sels. Une étude plus approfondie m'en a fait reconnaître jusqu'ici trois genres distincts, correspondant à trois combinaisons bien déterminées de l'acide tungstique et de l'acide silicique.

Lorsqu'on fait bouillir, avec de la silice gélatineuse,

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 3e Série, T. LXIX, p. 1.

AUG 7 - 1923

la dissolution d'un tungstate acide de potasse ou de soude, il se dissout une certaine quantité de silice, la liqueur prend une réaction alcaline et renferme maintenant un acide dans lequel un équivalent de silice est combiné à douze équivalents d'acide tungstique ($Si\,O^2$, $12\,WO^3$), et que j'appelle acide silicotungstique. C'est un acide énergique, d'une grande stabilité, facile à extraire de ses sels, formant deux hydrates en magnifiques cristaux, et dont la plupart des sels, très-solubles, cristallisent très-bien.

Le tungstate acide d'ammoniaque, dans les mêmes circonstances, donne naissance à un autre acide, dans lequel un équivalent de silice est combiné à 10 équivalents d'acide tungstique ($Si\,O^2$, $10\,WO^3$), je l'appelle acide silicodécitungstique. Cet acide est beaucoup plus difficile à extraire de ses sels à l'état de pureté, il forme un hydrate qui n'est point susceptible de cristalliser, mais qui se dessèche en une masse vitreuse, cassante, très-déliquescente. L'extrême solubilité de la plupart de ses sels, rend leur cristallisation difficile; ils paraissent d'ailleurs peu stables.

L'acide silicodécitungstique lui-même est très-peu stable. Il est presque impossible de le dessécher sans le décomposer. Une très-petite quantité de silice se sépare et l'on obtient ainsi un nouvel acide dans lequel la silice et l'acide tungstique se retrouvent exactement dans les mêmes proportions que dans l'acide silicotungstique, mais qui en diffère cependant sous tous les rapports; je lui donne le nom d'acide tungstosilicique. Il forme un hydrate très-soluble et même faiblement déliquescent, mais dont on peut cependant obtenir des cristaux volumineux parfaitement déterminés. Il forme également une

série de sels qui, malgré leur isomérie avec les silicotungstates, en diffèrent par leurs formes cristallines et par les proportions d'eau de cristallisation. Ils paraissent en général plus solubles que les silicotungstates (qui le sont déjà à un haut degré), mais moins que les silicodécitungstates.

Ces trois acides sont quadribasiques, en considérant comme sels neutres les sels à quatre équivalents de base qui se forment toujours par l'action de ces acides sur les carbonates. Les sels les plus fréquents sont ceux à deux ou à quatre équivalents de base, les premiers cristallisent en général plus facilement. Comme on peut le prévoir d'après leur nature polybasique, ces acides ont une grande tendance à former des sels doubles. C'est ainsi que l'ammoniaque ne précipite point une dissolution de silicotungstate d'alumine, mais qu'au contraire l'alumine, de même que la magnésie, le carbonate de chaux etc., se dissolvent aisément par l'ébulition dans une dissolution de silicotungstate d'ammoniaque.

L'alcool dissout ces acides aussi facilement que l'eau. L'éther lui-même, parfaitement anhydre, a une grande affinité pour eux et les liquéfie en formant un liquide sirupeux, limpide, insoluble dans un excès d'éther, miscible au contraire avec l'eau froide en toute proportion ; mais ce mélange se trouble et laisse séparer l'éther par la chaleur.

Les sels de ces acides étant très-solubles, et renfermant une proportion considérable d'acide tungstique, donnent lieu à des dissolutions remarquables par leur densité. Je citerai par exemple la dissolution du silicotungstate neutre de soude dont la densité atteint 3,05, en sorte que le verre, le quartz et la plupart des pierres flottent sur ce liquide d'ailleurs très-fluide.

L'acide silicotungstique cristallise à la température ordinaire en gros octaèdres à base carrée, dont les angles diffèrent peu de ceux d'un octaèdre régulier, renfermant 29 équivalents d'eau de cristallisation, suivant la formule :

$$Si\,O^2,\ 12\,WO^3,\ 4\,HO + 29\,Aq.$$

Il commence à entrer en fusion vers 36° et est complétement liquéfié dans son eau de cristallisation à 53°.

Lorsqu'il cristallise à une température un peu plus élevée, ou à la température ordinaire en présence d'alcool, d'acide chlorhydrique ou d'acide sulfurique, il forme un hydrate qui ne contient que 18 équivalents d'eau de cristallisation. Il se présente alors en cristaux dont l'apparence est celle de cubo-octaèdres, mais qui proviennent réellement de la combinaison de deux rhomboèdres basés.

Desséché à 100 degrés cet acide retient, outre l'eau combinée, quatre équivalents d'eau de cristallisation Chauffé à 220°, non-seulement il a perdu ces derniers, mais il ne retient plus que deux équivalents d'eau basique qui paraissent seuls nécessaires à la constitution de cet acide.

Il les retient même jusqu'au delà de 350° et n'éprouve aucune altération à cette température. Dans cet état, il s'échauffe fortement au contact de l'eau, se redissout et cristallise de nouveau sans avoir subi aucun changement. Ce n'est qu'à une température voisine de la chaleur rouge que le reste de l'eau est chassé, en même temps l'acide jaunit et devient insoluble, en se décomposant probablement en un mélange d'acide tungstique et d'acide silicique.

L'acide tungstosilicique cristallise avec 20 équivalents d'eau de cristallisation suivant la formule :

$$12\,WO^3,\ SiO^2,\ 4\,HO + 20\,Aq.$$

Ses cristaux appartiennent au système du prisme oblique non symétrique, ils tombent en déliquescence quand l'air est humide. Sa décomposition par la chaleur suit les mêmes phases que celle de l'acide silicotungstique. Il offre la même stabilité. L'ébullition avec les acides, l'évaporation à siccité avec de l'eau régale ne déterminent point sa décomposition.

Je me suis appliqué à l'étude cristallographique d'un grand nombre de sels de ces acides. Cette étude ne pouvait m'amener à aucun rapprochement curieux avec d'autres combinaisons, puisque ces acides semblent appartenir à un type nouveau de composés. Toutefois la comparaison entr'elles des formes d'un certain nombre de ces sels, offre quelques résultats intéressants. On est frappé, dans cet examen, des analogies de forme incontestables que l'on observe entre des composés dont il est difficile d'admettre l'isomorphisme. Ainsi les silicotungstates acides de baryte et de chaux, offrent identiquement les mêmes formes que l'acide silicotungstique libre cristallisé à chaud. Il est vrai que les proportions d'eau de cristallisation sont les mêmes, en sorte que l'on pourrait à la rigueur y voir un exemple de l'isomorphisme de l'eau avec la chaux et la baryte; mais il m'est impossible d'admettre cet isomorphisme, non-seulement parce qu'on n'en a jamais rencontré d'autre exemple, mais surtout parce qu'il paraît théoriquement impossible, la baryte et la chaux étant des bases à un seul atome de métal, tandis que l'eau renferme deux atomes d'hydrogène.

Plusieurs autres coïncidences de forme, observées par exemple entre des sels de soude différant complétement les uns des autres par les proportions de base et d'eau de cristallisation, me font croire que ces faits doivent être

attribués à l'intervention d'une cause générale dont, d'ailleurs, je ne prétends point être le premier à indiquer l'influence, et à une extension nécessaire du principe fondamental de l'isomorphisme posé par Mitscherlich. Je crois qu'il faut admettre que lorsque deux corps composés renferment un élément ou un groupe d'éléments communs, qui forme la plus grande partie de leur poids, ils peuvent être par cela seul isomorphes, quand bien même le reste des éléments par lequel ils diffèrent ne constituerait pas un groupement atomique semblable ou isomorphe dans ces deux composés.

Le beau mémoire de M. Scheibler sur les métatungstates a déjà fourni un exemple remarquable de ce principe, car il a constaté que la plupart des sels de ce genre sont isomorphes, bien qu'ils renferment des proportions d'eau très-différentes quant au nombre d'atomes qu'ils représentent, mais qui varient seulement entre 12 et 15 °/₀ du poids total du sel. Je crois encore qu'une grande partie des coïncidences de forme observées entre certains minéraux, dont la constitution atomique ne semble pas justifier l'isomorphisme, s'explique par cette simple cause sans qu'il soit besoin pour cela de recourir à aucun des systèmes plus ou moins compliqués qu'ont imaginés dans ce but quelques minéralogistes.

Si ce principe est vrai, comme je le crois, on voit qu'il faut garder une grande réserve quand on veut conclure l'isomorphisme de deux corps de celui de composés complexes dans lesquels ils peuvent entrer. Il prouverait aussi combien sont vains les essais tentés par quelques auteurs pour conclure la forme cristalline d'un composé de la seule considération du nombre des atomes des divers éléments qui entrent dans sa composition.

M. Persoz, dans un mémoire récent[1], a proposé une nouvelle formule de l'acide tungstique, dont l'adoption bouleverserait toutes les formules assignées jusqu'ici aux tungstates. Cet acide, d'après ce chimiste, renfermerait deux équivalents de métal et cinq d'oxygène, suivant la formule W^2O^5.

Il semble au premier abord que, pour un corps dont on connaît un si grand nombre de composés, on ne puisse pas rester dans l'indécision entre des formules aussi différentes et que l'analyse de la plupart d'entr'eux devrait faire reconnaître immédiatement si les proportions d'oxygène contenues dans l'acide tungstique, comparées à celles des autres éléments des tungstates, offrent des rapports généralement multiples de 5 ou de 3.

Mais presque tous ces composés présentent un caractère constant, savoir que la proportion des éléments autres que l'acide tungstique y est toujours si faible que des différences inappréciables dans les analyses conduisent à des variations considérables dans les rapports atomiques.

Ainsi dans l'hypothèse de M. Persoz la formule de mes acides silicotungstique et tungstosilicique deviendrait

$$Si\,O^2,\ 7\,WO^5,\ 4\,HO$$

au lieu de

$$Si\,O^2,\ 12\,WO^3,\ 4\,HO$$

et les différences qui en résulteraient pour la composition centésimale de ces acides et de leurs sels seraient certainement d'un ordre inférieur à celui des erreurs probables dans les analyses de ces composés.

[1] *Annales de Chimie et de physique*, 4e Série, T. I, p. 95.

Quant à l'acide silicodécitungstique, sa formule deviendrait :

$$Si\,O^2,\ 6W^2O^5,\ 4\,HO$$

sans aucun changement dans la composition centésimale pour tous ses composés.

On voit donc que je pourrais adopter la nouvelle formule de M. Persoz sans avoir rien à changer, si ce n'est les formules par une transformation des plus simples, à tous les résultats obtenus dans mes études sur les silicotungstates. Et l'on peut aussi conclure de là que ce n'est point l'étude de ces composés, ni en général celle de toutes les combinaisons très-complexes dans lesquelles l'acide tungstique forme de beaucoup la plus grande partie du poids, qui pourra éclaircir la question soulevée par ce savant.

C'est là le principal reproche que je lui adresserais ; c'est de s'être beaucoup préoccupé dans son mémoire de composés dont les analyses peuvent s'accorder avec toutes les hypothèses qu'il plaira d'imaginer sur la constitution de l'acide tungstique, et de n'avoir fait, au contraire, aucune mention des composés les plus simples dont l'étude peut seule être décisive dans une pareille question.

A mes yeux, la question de la formule de l'acide tungstique se présente d'une manière très-simple. Cet acide est remarquable par la variété des combinaisons qu'il peut former avec les bases, offrant un grand nombre de rapports différents, les uns simples, les autres compliqués, entre l'oxygène de la base et l'oxygène de l'acide. Les sels à rapports compliqués doivent, dans tous les cas, provenir de combinaisons complexes et être considérés comme des sels doubles. Les sels à rapports simples

peuvent seuls nous donner le rapport normal de constitution des tungstates.

Or le groupe le plus nombreux et le mieux défini de ces sels simples est précisément celui qui nous présente le rapport le plus simple, celui de 1 : 3. Il renferme tous les tungstates cristallisés naturels, tous ceux que l'on obtient par voie sèche en cristaux distincts, et ceux qui se forment invariablement par la fusion de l'acide tungstique avec les carbonates alcalins C'est aussi celui que tous les chimistes jusqu'à ce jour ont considéré comme représentant le type normal des tungstates, et c'est d'après cela qu'ils ont conclu que la proportion d'oxygène contenue dans l'acide tungstique était de trois équivalents.

Il existe un autre groupe de sels également nombreux et parfaitement définis, bien que présentant un rapport moins simple que le précédent : c'est celui des métatungstates, qui renferme une modification distincte et soluble de l'acide tungstique. Ces sels, découverts par M. Margueritte et préparés depuis par plusieurs chimistes, ne nous sont parfaitement connus que depuis la publication du mémoire très-étendu et très-bien fait de M. Scheibler [1]. Il résulte des analyses de ce savant, confirmées d'ailleurs par celles de M. Lotz et par les miennes que, dans ces sels, le rapport de l'oxygène de la base à celui de l'acide est de 1 : 12, exactement quadruple de celui qui existe dans les tungstates, en sorte que l'acide métatungstique résulte simplement d'une condensation de quatre molécules d'acide tungstique en une seule. La composition de ces deux genres de sels,

[1] *Journal für praktische Chemie*, t. LXXXIII, p. 273.

de beaucoup les plus importants, confirme donc entièrement l'ancienne formule attribuée à l'acide tungstique.

M. Persoz laisse complétement de côté ces deux groupes si importants, et modifie la formule de l'acide tungstique dans le but de la mettre mieux d'accord avec la composition de deux sels ammoniacaux dans lesquels il a trouvé les rapports de 1 : 5 et de 1 : 10 entre l'oxygène de la base et celui de l'acide. En supposant leurs analyses exactes, je ne pourrais voir dans ces deux sels que des exemples nouveaux des combinaisons complexes que peut former l'acide tungstique. Mais j'avoue que j'ai à cet égard beaucoup de doute. Le second de ces sels, d'après sa préparation et d'après les propriétés que lui assigne M. Persoz, ne peut pas être autre chose que le métatungstate d'ammoniaque ; j'ai refait sa préparation en suivant toutes les prescriptions de ce chimiste et je suis toujours retombé sur ce sel, dans lequel l'analyse m'a toujours ramené au rapport de 1 : 12. Quant au premier sel, l'auteur n'indique aucun de ses caractères en sorte qu'il est difficile de constater son identité avec l'un des tungstates acides d'ammoniaque. Cependant je doute fort qu'il diffère du tungstate acide ordinaire ou paratungstate, dans lequel, d'après les analyses concordantes de Lotz, de Scheibler et les miennes, les rapports sont de 1 : 7 ou 1 : 7,2.

Je ne vois donc, en résumé, aucune raison suffisante pour changer la formule généralement admise jusqu'ici pour l'acide tungstique.

SUR

LA CONDENSATION DES VAPEURS

A LA SURFACE DES CORPS SOLIDES

PAR

M. G. MAGNUS[1].

J'ai déjà eu l'occasion de montrer[2] qu'une pile thermo-électrique se réchauffe lorsqu'on fait arriver sur sa surface de l'air humide, bien que cet air soit à la même température que la pile, et qu'elle se refroidit si c'est de l'air sec. La seule explication plausible de cette expérience est que la surface de la pile condense la vapeur aqueuse de l'air dont la chaleur latente, devenant libre, produit une élévation de température, et que d'autre part de l'air sec vaporise une certaine quantité de la vapeur condensée sur la surface de la pile. Ce phénomène se produisait non-seulement lorsque la surface de la pile était couverte de noir de fumée, mais aussi lorsqu'on avait soin de la laisser intacte de toute espèce de vernis et complétement métallique. On sait que les substances en poudre ont la propriété de condenser les vapeurs et même les gaz; MM. Jamin et Bertrand[3] ont cherché à évaluer cette

[1] Traduction d'un mémoire publié dans les *Annales de Poggendorff*, t. CXXI, p. 174.

[2] *Pogg. Ann.*, t. CXVIII, p. 575. *Archives*, 1863, t. XVIII, p. 50.

[3] *Comptes rendus*, t. XXXVI, p.994.

condensation. J'ai moi-même[1] observé la condensation de l'acide sulfureux à la surface du verre. Mais il a paru surprenant qu'une surface métallique condensât la vapeur d'eau en proportion suffisante pour qu'il pût résulter de là une élévation sensible de température : j'ai donc pensé qu'il valait la peine de poursuivre l'étude de cette absorption.

Les métaux dont se compose d'ordinaire une pile thermo-électrique, présentent une sorte de porosité provenant de leur structure cristalline, et il était possible que cette porosité fût la cause de la condensation de la vapeur. Cependant en recouvrant la pile d'une lame mince de platine, et en faisant arriver sur cette lame un courant d'air alternativement humide et sec, le réchauffement et le refroidissement se sont produits de la même manière que sur la pile à surface libre, seulement avec moins d'intensité. Ainsi le réchauffement produit par absorption sur une des faces de la lame, était assez considérable pour déterminer sur l'autre face une élévation de température appréciable.

On ne doit pas, dans ce cas, attribuer le phénomène à la propriété connue du platine de déterminer la combinaison des gaz, car des plaques d'autres métaux employés ensuite à la place du platine, ont donné le même résultat.

Pour être certain que l'air n'arrivait pas en contact direct avec la pile elle-même, et que le réchauffement avait sa source dans la plaque, on a adopté la disposition suivante.

Le tube de verre RR (Pl. I, fig. 1), de 150 ^{mm} de

[1] *Pogg. Ann.*, t. LXXXIX, p. 604.

long et de 35^{mm} de diamètre, ouvert à ses deux extrémités, est installé verticalement, et la plaque *pp* à expérimenter, se place sur l'ouverture supérieure dont les bords sont soigneusement polis ; la pile thermo-électrique *ss* est posée sur la plaque. La pile porte à sa partie supérieure un couvercle de laiton et un ressort *xx* la presse contre la plaque *pp*. La pile et le châssis *bb* qui sert à maintenir le ressort, sont renfermés dans une cloche en verre NN qui se termine à sa partie inférieure par une plaque de verre MM, au travers de laquelle passe le tube RR. Les plaques *pp* employées étaient parfaitement planes. Lorsqu'on ne pouvait pas les obtenir d'une dimension suffisante pour fermer le tube RR, on plaçait sur le tube une plaque de verre, dans laquelle se trouvait une ouverture un peu plus grande que la surface de la pile ; la plaque se posait sur l'ouverture et la pile sur la plaque.

On fait arriver l'air dans le tube RR au moyen d'un soufflet communiquant avec un tube de caoutchouc *fg* terminé par un tube de verre *gg*. L'extrémité du tube de verre est à 40 ^{mm} de la plaque et l'air projeté parcourt cette distance avant d'arriver sur la plaque. Entre le soufflet et le tube de verre, on peut intercaler au moyen de robinets, soit un tube à chlorure de calcium, soit un tube rempli de fragments de verre humectés, pour obtenir de l'air sec ou de l'air saturé de vapeur d'eau ; une troisième disposition permet aussi de faire arriver directement dans le tube *gg* l'air du soufflet. Ces trois différents conduits par lesquels passe l'air, sont placés dans un grand vase rempli d'eau, de façon à rendre constante la température de l'air.

Afin de donner à l'air exactement la température de la

pile, on faisait passer l'air, au commencement de ces recherches, dans un long tube de cuivre en spirale plongeant dans un grand vase rempli d'eau, dont la température était la même que celle de la pile. Mais cette disposition était insuffisante, et il fallut chercher à réaliser la condition que la chambre tout entière dans laquelle se faisait l'expérience, fût autant que possible à la même température que la pile. Dans une saison où l'on chauffait la chambre, cette condition se trouvait réalisée le soir, et c'est le matin lorsque la température s'était équilibrée que l'on faisait les expériences. Dans ces conditions, le passage de l'air dans l'eau était une précaution surperflue.

La pile thermo-électrique employée pour ces recherches est formée de 56 éléments antimoine-bismuth assez minces pour que la section totale de la pile ne soit que de 13 millimètres carrés. On avait aussi une seconde pile de 28 éléments, de 3^{mm} carrés de section chacun ; cette pile a toujours montré les mêmes phénomènes que l'autre plus sensible. Les extrémités des éléments de ces piles étaient plates et autant que possible disposées dans un même plan, de sorte que les plaques, si elles ne les touchaient pas toutes, étaient du moins en contact avec le plus grand nombre.

Pour observer le courant thermo-électrique, on se servait du galvanomètre décrit dans le mémoire *sur la diathermansie de l'air sec et humide*[1], où deux miroirs forment un système astatique. Quelquefois aussi j'ai employé une aiguille astatique très-sensible dont je m'étais déjà servi dans mes précédentes recherches. Dans quelques cas particuliers, les deux galvanomètres ont été disposés à la suite l'un de l'autre et une déviation d'un

[1] *Archives*, 1863, t. XVIII, p. 50.

degré de l'aiguille correspondait à 12 ^{mm} de l'échelle divisée du galvanomètre à miroir, ce qui montre à quel point ce dernier était sensible. Si l'on souffle directement l'air sur la pile, non-seulement sans le dessécher ou le saturer d'eau, mais sans mettre une plaque devant la pile, le galvanomètre ne donne aucune indication, pourvu que la température de l'air soit exactement la même que celle de la pile. Cette expérience permet de constater toujours si l'on est parvenu à cette égalité de températures. L'air de la chambre étant encore éloigné du point de saturation, si l'on fait arriver sur la pile découverte de l'air saturé, le réchauffement est si grand que la déviation de l'image sort du champ de l'observation. La déviation a lieu en sens contraire avec la même intensité, lorsque l'air de la chambre est humide, et qu'on fait arriver sur la pile l'air desséché.

En mettant une plaque devant la pile, la déviation du galvanomètre est plus petite et elle varie avec les plaques, suivant leur nature, leur épaisseur et la grandeur de leur surface. Mais le phénomène se produit toujours, aussi bien avec une surface rugueuse que lisse et même avec une surface recouverte d'un vernis. Avec une plaque de laiton de 2^{mm},5 d'épaisseur, la déviation initiale produite par l'insufflation de l'air humide est de 50 divisions de l'échelle. Si l'on continue à faire arriver sur la plaque l'air sec ou humide, le galvanomètre revient très-lentement à sa position d'équilibre. Lorsque la température de l'air était basse, le réchauffement par l'arrivée de l'air humide se faisait lentement, sans doute, parce que l'air ne contenait que peu de vapeur. Si après avoir obtenu une certaine déviation on soufflait de l'air sec, le galvanomètre partait rapidement en sens con-

traire, et, par suite de la rapidité du refroidissement, dépassait de beaucoup la position d'équilibre.

Des plaques de verre se conduisent comme des plaques de métal. La déviation dépend aussi de leur épaisseur et de leur grandeur. On obtenait le plus d'effet avec une plaque de verre très-mince comme celles dont on se sert pour les piles de glace à polariser ou pour porte-objet dans les observations microscopiques. On a répété aussi l'expérience avec des plaques de quartz, de gypse, de mica, de sel gemme et d'alun.

En employant du cuir non graissé, du papier, du bois, de l'ivoire, de la gutta-percha et quelques autres substances, la déviation du galvanomètre était au moins aussi grande et quelquefois plus grande que celle que l'on obtenait en faisant arriver l'air sec ou humide directement sur la pile. Ceci résulte sans doute de ce que ces substances condensent la vapeur beaucoup plus que la surface de la pile, en sorte que, malgré leur épaisseur, le réchauffement est encore plus considérable que si la condensation a lieu sur la pile même.

L'épaisseur des plaques ne doit pas dépasser une certaine limite pour que le réchauffement reste sensible, mais l'ensemble des expériences permet d'établir que, *toutes les substances, quelque différentes qu'elles puissent être, se réchauffent lorsqu'on fait arriver de l'air plus humide que celui qui les entourait, et se refroidissent si cet air est plus sec.*

D'après l'intensité du réchauffement et du refroidissement produits par un changement dans l'état hygrométrique de l'air, on pouvait penser qu'un thermomètre à air rendrait sensible ces variations de température. Celui qu'on a employé, AB. (pl. II, fig. 2), se compose de

deux boules de verre reliées par un tube étroit. Pour protéger les boules contre une variation accidentelle de température, chacune est entourée d'une petite cloche de verre C et D dans la tubulure de laquelle passe un tube par lequel on fait arriver l'air. Les cloches sont fermées à leur partie inférieure par des bouchons de liége *kk* faits de deux morceaux et disposés de façon à laisser un certain espace autour du tube thermométrique pour la sortie de l'air. Si l'on insufle l'air de la chambre dans une des cloches, le thermomètre ne bouge pas ; mais si l'air a été desséché, la boule correspondante se refroidit, ou se réchauffe si l'air a été saturé de vapeur, et la variation est suffisante pour qu'il se produise entre les deux colonnes de liquide une différence de niveau de 4 à 6 millimètres. En faisant arriver d'une manière continue soit l'air sec, soit l'air humide, ce thermomètre revient peu à peu à son état d'équilibre. On a recouvert ensuite l'une des boules de noir de fumée et en faisant arriver alternativement de l'air sec et de l'air humide, la différence de hauteur des colonnes s'est élevée à 8 ou 10 millimètres.

On a obtenu un résultat semblable en faisant arriver de l'air sec et humide sur un thermomètre à mercure, divisé en demi-degrés. Pour mettre ce thermomètre à l'abri des courants d'air, on l'a disposé dans un tube en T à l'aide d'un bouchon x, comme on le voit dans la figure 3, l'air étant insufflé par B. La variation du thermomètre, suivant que l'air était humide ou sec, était de 0,2 à 0,3° C. En noircissant la boule, la variation montait à 0,6° C.

Ces expériences font voir quel est l'ordre de grandeur du réchauffement et du refroidissement à la surface des corps, mais elles n'en donnent pas la mesure ; en effet,

le changement de température doit dépendre de l'épaisseur du corps, de sa surface et aussi de la vitesse avec laquelle la chaleur s'y propage.

Cette vitesse de propagation paraît être très-grande pour tous les corps, car les variations de température qui ont leur origine à la surface de la plaque et qui sont très-faibles, deviennent perceptibles au bout d'un temps toujours très-court.

Avec le sel gemme ou d'autres substances diathermanes, la transmission devrait être instantanée, mais avec des plaques de métaux dans lesquelles la chaleur se propage par conductibilité, la petitesse de l'intervalle au bout duquel l'action commence est surprenante ; elle l'est encore plus pour du bois ou d'autres substances conduisant mal la chaleur. Il paraissait donc désirable de faire quelques expériences pour se rendre compte de cette vitesse de propagation, et pour s'assurer par là qu'on n'avait pas négligé quelque circonstance du phénomène qui eût pu modifier les résultats de ces recherches.

Une ouverture circulaire *ss* de 10 centim. de diamètre est pratiquée dans la paroi d'une caisse cubique de bois HK (fig. 4), de 30 cent. de côté. Devant cette ouverture, on assujettit la plaque *pp* dans laquelle on veut observer la propagation de la chaleur. Cette plaque est tenue contre la caisse au moyen de vis ou de toute autre disposition convenable. Une pile thermo-électrique est placée dans l'intérieur de la caisse ; une de ses faces s'appuie contre le couvercle de laiton *i* ; l'autre face s'applique contre la plaque au milieu de l'ouverture circulaire ; le contact est produit par un ressort en spirale de la même manière qu'on l'a vu plus haut dans une disposition verticale.

Les fils destinés à mettre en communication la pile avec le galvanomètre, sortent de la caisse par de petites ouvertures. En dehors de la caisse et à une distance de 60^{mm}, on place une lumière vis-à-vis de la plaque dans le prolongement de l'axe de la pile. La caisse et la lumière sont entourés d'une grande caisse en papier, dans laquelle est pratiquée une ouverture au-dessus de la flamme. Cette enveloppe met l'appareil à l'abri des courants d'air qui se produiraient sans cela. On attend que la température de la pile soit devenue constante, et par conséquent que le galvanomètre soit dans la position d'équilibre, et on allume la lumière par une ouverture de l'enveloppe de papier ; puis on observe le galvanomètre au moyen de la lunette.

On a employé en premier lieu une plaque de cuivre de 1^{mm},5 d'épaisseur. La déviation commence dès qu'on allume la lumière après un intervalle à peine appréciable. On a disposé ensuite l'une contre l'autre, 8 plaques semblables à la première, de manière à former une épaisseur totale de 12 ^{mm}; la déviation commence au bout d'une minute. On éteint la lumière au bout de 10 minutes ; à ce moment la déviation était de 150 à 200 parties de l'échelle ; pendant les 10 minutes suivantes, la déviation continue d'augmenter de 100 à 200 divisions, et seulement au bout de ce temps, commence à diminuer.

On a disposé ensuite les plaques en les séparant les unes des autres, comme on le voit dans la figure 4 ; il y a 15 ^{mm} du milieu d'une plaque au milieu de la suivante et la lumière est placée à 25 ^{mm} de la dernière. La déviation commence un peu plus d'une minute après qu'on a allumé, seulement dans ce cas, 10 minutes après que la lumière avait été éteinte, la déviation n'était

que de 40 à 50 divisions. La déviation continue à augmenter pendant environ une demi-heure, d'environ 30 divisions.

Des plaques de bois se comportent comme les plaques de cuivre; avec une planchette de bois de hêtre de 27 mm d'épaisseur, la déviation commence 2 minutes après qu'on a allumé. Au bout de 9 minutes, la déviation est de 750 divisions. Après qu'on a éteint, durant ces trois premières minutes, la déviation continue à augmenter et devient si grande qu'elle sort du champ d'observation. Une heure après, elle est encore de 100 divisions.

Même avec une planche de hêtre de 65 mm d'épaisseur, la chaleur transmise était encore très-appréciable. La déviation a commencé 8 minutes après qu'on a allumé, et 10 minutes après qu'on eut éteint, elle était de 28 divisions. Elle a augmenté ensuite d'une manière continue, et au bout d'une demi-heure, elle était de 290 divisions.

On peut apprécier ce passage de la chaleur au travers les plaques, non-seulement avec une pile thermo-électrique, mais aussi avec le thermomètre à air déjà décrit. Dans une grande caisse de papier, on a placé une paroi de séparation avec une ouverture; devant l'ouverture se trouvent deux lames très-minces de laiton à une distance l'une de l'autre de 15 mm. D'un côté de la paroi et à une distance de 60 mm se trouve la lumière; de l'autre côté on place le thermomètre à air avec sa boule noircie rapprochée autant que possible, sans toutefois la toucher de la lame. On observe le thermomètre au moyen d'une lunette à travers une ouverture pratiquée dans l'enveloppe de papier.

Peu de temps après qu'on a allumé, la boule noircie

commence à s'échauffer et la différence des hauteurs arrive à 4 mm. Il résulte de cette expérience que les doubles écrans employés par Melloni et auxquels on a eu recours si souvent depuis lui, ne sont suffisants que lorsque les températures à observer sont peu élevées, comme celles qui se produisent d'ordinaire dans les recherches thermo-électriques. En effet, lors même que dans ce cas, la source de chaleur soit quelquefois à une haute température, elle agit à une distance assez grande, pour que la quantité de chaleur qu'elle transmet aux écrans soit toujours très-faible.

Dans la théorie analytique de la chaleur, on considère la variation de température d'un point situé à une certaine distance d'une source constante de chaleur, comme une fonction de cette distance et du temps qui s'est écoulé depuis l'instant où la source a commencé à agir. On possède bien les moyens de déterminer numériquement le réchauffement, mais cette détermination est toujours relative, et on rapporte la variation à celle qui aurait lieu pour une autre substance placée dans les mêmes conditions. On n'a pas lieu de considérer ainsi la valeur absolue du temps qu'il faut pour donner lieu à une variation donnée de température. Après la publication de sa *Théorie de la chaleur*, Fourrier a proposé de mesurer les conductibilités au moyen du thermomètre de contact. Une masse de mercure dans laquelle se trouve un thermomètre très-sensible, est d'abord échauffée, puis on la place sur une lame très-mince de la substance qui repose sur une surface maintenue à une température constante ; on mesure les temps qu'il faut au thermomètre pour se refroidir de la même quantité avec des plaques de substances différentes. Par ce procédé, on mesure, il est vrai, di-

rectement le temps de refroidissement, mais dans le petit nombre d'expériences que Fourrier a faites, il ne dit rien de la grandeur de ce temps, et personne d'autre, que je sache, n'a employé cette méthode.

Les expériences rapportées plus haut ne permettent du reste aucune détermination pour la théorie de la propagation de la chaleur. Elles ne peuvent pas servir à mesurer les temps qu'il faut à différentes plaques pour que leur température varie d'une certaine quantité. Il faudrait en effet pour cela, que le degré de sensibilité du thermoscope fût invariable, ce qu'on peut à peine songer à obtenir. Ces mesures présenteraient en outre d'autres difficultés. Toutefois, sans revenir à des mesures très-exactes, il n'en reste pas moins remarquable que la faible quantité de chaleur qui est rayonnée par la flamme d'une lumière à la distance de 60 ^{mm}, traverse la plaque de 1^{mm},5 d'épaisseur, et sept autres plaques éloignées les unes des autres de 15 ^{mm}, et soit appréciable déjà au bout d'une minute.

Si l'on résume les résultats de ces recherches, on voit que les différentes substances organiques et inorganiques, la cire, la paraffine, le verre, le quartz, le mica, le gypse, les différents sels, les métaux rugueux ou polis et aussi vernis, condensent à leur surface la vapeur de l'air dans lequel elles se trouvent et dont la température est la même que la leur. Cette condensation produit un réchauffement, et si l'air est remplacé par un air moins humide, une partie de cette vapeur d'eau condensée se vaporise en produisant du froid.

On a obtenu des résultats tout à fait semblables à ceux-là avec d'autres vapeurs que la vapeur d'eau, avec l'alcool, l'éther et d'autres substances.

On peut donc dire en général : *que les vapeurs se condensent sur les surfaces solides dans une proportion suffisante pour donner lieu à des variations appréciables de température.*

Il résulte de là : *qu'il se trouve toujours sur une surface solide une couche de vapeur qui devient plus ou moins considérable suivant l'état d'humidité de l'air.* Il n'est pas douteux que cette couche de vapeur ne joue un rôle important dans divers phénomènes qui se passent à la surface des corps.

NOTES PHYSIOLOGIQUES

PAR

M. VALENTIN,

Prof. à Berne.

I

J'ai imaginé un appareil pour étudier l'influence du tiraillement sur les nerfs moteurs. Un mouvement d'horlogerie fait tourner horizontalement une plaque circulaire de verre, noircie par la fumée d'une flamme d'essence de térébenthine. La durée d'une révolution est égale à 1,2 seconde. Le mouvement est uniforme, au moins autant que possible. Un appareil, auquel on applique le tendon d'Achille du gastrocnémien d'une grenouille, porte une pointe qui trace un cercle pourvu que la longueur du muscle reste constante. Ce cercle correspond à l'abscisse du temps (*abc* fig. 1). La contraction produit la courbe musculaire (p. ex *def*), *be* indique le maximum de contraction ou de l'élévation du poids, dont le muscle est chargé.

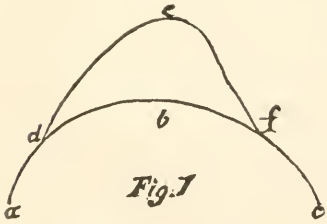


Fig. 1

On prépare la grenouille décapitée de la manière suivante. La moitié antérieure du corps reste réunie à la moitié postérieure seulement par les quatre troncs du

pléxus inguinal. On fixe cette partie postérieure dans une position immuable et on place la moitié antérieure de telle sorte, qu'elle puisse changer de place sans résistance appréciable. On applique enfin à la partie antérieure de la colonne vertébrale un crochet, supportant un fil qui s'attache à une petite balance après avoir passé autour d'une poulie. L'augmentation de la charge de la balance augmentera la traction longitudinale des nerfs inguinaux et vice versâ.

On fait passer un faible courant d'induction par la région de la quatrième vertèbre de la colonne vertébrale. La secousse doit être assez forte pour produire le maximum de contraction musculaire, mais relativement faible pour ne pas épuiser trop tôt les forces de la moëlle épinière.

Supposons que la balance ne porte qu'un poids très-petit, par exemple 3 grammes, la pointe trace la courbe *mnp*. On répète l'expérience avec une charge de 50 ou de 100 grammes. La courbe musculaire présente la forme *mqr*, c'est-à-dire la hauteur d'élévation est plus petite et la contraction et le relâchement sont plus lents. Il ne faut pas croire que ce soit un effet d'épuisement ou d'une perte permanente de force nerveuse. Car en répétant l'expérience avec 3 grammes on revient à la courbe primitive *mnp*. Des grenouilles assez fortes permettent cette alternative de fortes et de faibles tractions une douzaine de fois sans changement essentiel du résultat. Il peut même arriver que la troisième expérience faite avec 3 grammes donne une courbe plus haute que la première.

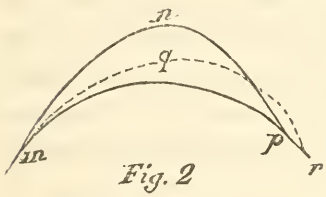


Fig. 2

On voit par là que la tension longitudinale d'un nerf moteur, qui allonge l'axe longitudinal et diminue la grandeur de la section transversale rend l'effet moteur plus petit et plus lent et que cet effet cesse de suite avec le retour du nerf à ses premières dimensions, par suite de son élasticité après que la traction a fini. La compression latérale produite par la gaîne de chaque fibre nerveuse (gaîne de Schwann) paraît gêner le mouvement des molécules nerveuses qui produisent la contraction musculaire.

II

On sait qu'un nerf séparé du centre nerveux dégénère peu à peu. La couche médullaire devient d'abord plus coagulable. Puis elle se divise en portions quadrangulaires, rondes ou irrégulières. On distingue dans ces portions des masses coagulées concentriquement et d'autres granuleuses. Les premières présentent la croix de polarisation dans le champ obscur du microscope, quand les plans de polarisation du polariseur et de l'analyseur se coupent à angle droit. Les fragments médullaires sont resorbés peu à peu. Au bout de quelque temps les gaînes seules subsistent.

La méthode ordinaire de produire ces changements est de couper le nerf dans un endroit quelconque de sa ramification périphérique. Alors les deux bouts se retirent par suite de leurs forces élastiques et se recourbent plus ou moins. Une partie des vaisseaux sanguins du nerf sont nécessairement coupés. L'exsudation entraînée par l'opération produit des tuméfactions, des adhésions morbides aux parties voisines, etc. En un mot, on observe des effets secondaires, dont l'influence ne

peut pas être suffisamment appréciée. Maintenant les expériences que j'ai faites et dont je donnerai le détail ailleurs démontrent :

1° que le changement caractéristique de la couche médullaire des nerfs peut se présenter même quand les gaînes et les vaisseaux capillaires du nerf sont intacts, et

2° que l'on obtient tous ces phénomènes, quand la longueur de la discontinuité de la moëlle nerveuse n'égale pas même $^1/_2$ ou $^3/_4$ de millimètre.

Une interruption de la couche médullaire d'une longueur de moins d'un demi-millimètre suffit, pour produire la paralysie du sentiment et du mouvement, des troubles de nutrition, par exemple, l'élévation de la chaleur animale dans la plante du pied paralysé, des ulcères dans la région calcanéenne, enfin la dégénérescence des fibres nerveuses. On doit conclure de là que ce dernier phénomène provient exclusivement de la discontinuité de la substance médullaire et non pas de troubles de la circulation, ni, comme on l'a dit, de la séparation d'un centre de circulation particulier. Les expériences que j'ai faites démontrent encore, que le mouvement moléculaire des nerfs qui suit l'irritation ne peut pas franchir une distance d'interruption d'un demi-millimètre. Il ne peut donc être question ici d'un effet à distance, comme par exemple dans l'induction.

Fig. 3

Les recherches microscopiques donnent un résultat assez curieux. Soit *abcd*, fig. 3, le nerf et *efgh* la partie mince, dans laquelle la moëlle corticale a été détruite : le bout central *aefb* ne contient que des fibres nerveuses parfaitement

normales (pourvu que l'on opère sur le nerf sciatique ; le sympathique, par exemple, peut donner d'autres résultats par des raisons très-faciles à comprendre). La partie périphérique *ghdc* ne présente que des fibres dégénérées. Si *eg* n'excède pas la longueur d'un demi-millimètre, on peut reconnaître la différence tranchée entre les deux régions en plaçant *eg* au centre du champ de vision du microscope.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

Le Soleil est une petite étoile. Mémoire de 3 pages de M. Alvan Clark, communiqué à l'Académie Américaine le 28 janvier 1863[1]. (Traduction de l'anglais.)

Parmi tous les efforts tentés pour déterminer la parallaxe des étoiles, par voie directe ou par des méthodes différentielles, on ne peut citer que dix à douze cas qui aient présenté quelque apparence de succès. La parallaxe de α du Centaure s'élève à une seconde de degré, et elle est plus que double de celle attribuée à chacune des autres étoiles. Les astronomes en ont conclu que ces astres sont des corps placés, en général, à d'immenses distances, qu'ils brillent comme le Soleil d'une lumière qui leur est propre, et forment une grande famille dont notre soleil n'est qu'un des individus.

La somme totale de lumière émise par un corps lumineux peut être calculée quand sa distance est connue, et d'après des calculs de ce genre, on suppose que plusieurs des étoiles doivent surpasser considérablement le Soleil en éclat propre, tandis que celui de la 61e du Cygne lui est, au contraire, fort inférieur. Il existe

[1] M. Clark est un très-habile opticien de Cambridge, près Boston, aux États-Unis d'Amérique, auquel on doit, entre autres, la construction d'une lunette achromatique de 18 1/2 pouces anglais de diamètre, avec laquelle il a découvert le premier, au commencement de 1862, un satellite à l'étoile Sirius. Le petit mémoire de lui dont je donne ici la traduction, a paru en 1863, dans la seconde partie du tome VIII de la nouvelle série des Mémoires in-4° de l'Académie Américaine des arts et des sciences. A. G.

donc, sous ce rapport, de grandes inégalités, dont nous ne pouvons pas connaître cependant toute l'étendue, parmi les millions d'astres visibles et invisibles répandus dans les espaces célestes.

Si l'on admet cette grande inégalité, et que l'on suppose pour toutes les étoiles existantes un éclat moyen égal à celui de notre Soleil, ou même moindre, les étoiles *visibles* doivent posséder une moyenne d'éclat supérieure à la sienne : car d'après les lois de la perspective, les petites étoiles doivent devenir invisibles pour nous, à des distances où les plus lumineuses peuvent briller encore, même comme des étoiles de 1re grandeur ; et ce raisonnement est applicable aux étoiles télescopiques comme à celles visibles à l'œil nu.

J'ai éprouvé le désir de trouver une méthode de faire des comparaisons photométriques entre la lumière que nous recevons du Soleil et celle provenant d'une étoile, plus valable que celles employées communément. Si nous étions sous les tropiques, et que nous eussions un puits de quelques centaines de pieds de profondeur, au fond duquel nous nous placerions, pendant qu'un aide en fermerait le sommet de manière à produire une obscurité totale, à l'exception d'un petit trou dans lequel on ajusterait une lentille, dont la matière et l'exécution fussent aussi bonnes que possible, ayant une distance focale d'un cent millième de la distance comprise entre l'œil et la lentille : alors, en regardant à travers, par un temps clair, le Soleil placé verticalement, on le verrait réduit exactement comme s'il était cent mille fois plus éloigné, et son éclat surpasserait à peine celui de α de la Lyre.

Après avoir fait un grand nombre d'expériences, je suis porté à croire que c'est là la méthode la plus convenable de réduire la lumière du Soleil, pour le comparer avec tout autre objet céleste. Vous pouvez ainsi dégager entièrement votre observation de l'effet offusquant de la lumière du jour ; et un objet même aussi brillant que le Soleil peut être réduit, si on le désire, par une seule lentille plano-convexe, à l'apparence d'une étoile de sixième grandeur. Quand on connaît la distance focale de la lentille et la

distance entre elle et l'œil, on peut évaluer la réduction de clarté, aussi aisément qu'on calcule combien une petite distance est contenue dans une plus grande.

Je n'ai pas de mine ou de puits dont j'aie pu disposer pour ces expériences ; mais j'ai une chambre souterraine horizontale, de 230 pieds de longueur, dont une extrémité se termine dans la cave de mon atelier, et dont l'autre communique avec la surface du sol, par une ouverture verticale d'un pied carré et de cinq pieds de hauteur. J'ai pu l'employer à un usage équivalent, moyennant une double réflexion de la lumière du Soleil, l'une par un miroir et l'autre par un prisme de totale réflexion.

Entre le bout de la chambre et l'ouverture verticale est une cloison percée d'un trou de deux pouces carrés, que je puis fermer avec des plaques contenant les lentilles dont je désire faire usage. Le prisme est placé dans l'ouverture verticale, étant contigu et faisant face à la lentille, pour recevoir la lumière du Soleil provenant du miroir situé au-dessus, et réfléchissant horizontalement cette lumière à travers la lentille, au fond de la galerie souterraine.

Le 24 novembre 1862 j'ai fait usage d'une lentille dont la distance focale est d'un 34e de pouce; le Soleil était près du méridien et le ciel remarquablement clair. L'observateur placé dans la cave, à 230 pieds de distance, a estimé que la lumière qui lui est parvenue était à peine égale à celle de l'étoile α de la Lyre. La réduction du diamètre était alors de 93840 fois seulement, en admettant la lentille et le prisme de parfaite construction et bien nettoyés.

Trois trous ont été pratiqués dans une bande mince de laiton ; le plus grand, quand l'œil voyait à travers, laissait pénétrer assez de lumière pour constituer une vision complète ; le second produisait seulement une vision par alternatives, et le plus petit ne procurait aucune lumière.

Nous avons pris part à l'observation, mes deux fils et moi, avec des résultats démontrant la parfaite égalité de nos yeux.

Quand l'un de nous avait été dans l'obscurité pendant 15 minutes et que le second prenait sa place, il voyait aussi bien au bout de deux minutes de privation de l'éclat du jour. La soirée du 24 novembre ayant été aussi claire et favorable que cette journée-là, le miroir et le prisme faisant le même angle entre eux, nous les avons combinés et appliqués pour observer α de la Lyre, à 5 ou 6 heures d'angle horaire à l'occident du méridien, à travers les mêmes trous de la bande métallique.

Je suppose la perte de lumière occasionnée par les réflexions sur le prisme et le miroir la même pour les deux objets, en sorte qu'on doit seulement tenir compte de l'effet de la lentille, que j'évalue, avec les meilleurs moyens d'estimation en mon pouvoir, à une perte d'environ dix pour cent. Ayant donc trouvé l'étoile et le Soleil rendus sensiblement égaux dans les comparaisons ci-dessus, il paraît en résulter qu'un éloignement dans l'espace de 103224 fois la distance actuelle du Soleil réduirait sa lumière à être égale à celle de l'étoile en question. Or cet éloignement n'est pas la moitié de la distance présumée de l'étoile du ciel la plus voisine de nous.

Je suis disposé à croire cette détermination, combinée avec beaucoup d'autres expériences et études préliminaires, comme étant très-près de la vérité, quoiqu'elle diffère beaucoup des déductions photométriques les plus généralement accréditées et les plus fréquemment citées par les astronomes. On suppose que la Terre a été aussi une fois un corps lumineux par lui-même, et il peut exister d'innombrables soleils comme le nôtre, ou même moindres, dans les limites de ceux qui décorent le ciel nocturne, interposés entre eux et qui demeurent cependant inconnus à l'homme. Cela dépend beaucoup, il est vrai, de la diversité actuelle qui existe entre ces soleils, mais je ne vois pas de raisons de douter que le Créateur n'ait choisi la variété dans ce cas, comme il l'a fait dans tout ce qui est le plus rapproché de nous. L'inégalité qui existe entre les étoiles binaires α d'Hercule et δ du Cygne, qui ne peut être attribuée à une inégalité de distance relativement à nous des étoiles

composant ces groupes, suffit pour confirmer cette conclusion. Si nous supposons les extrêmes être dans le rapport de un à plusieurs millions, comme cela a lieu dans les planètes de notre système, et que nous accordions un poids suffisant à l'effet de la perspective céleste, nous devrions nous attendre à ne trouver notre glorieux Soleil que comme une petite étoile, si nous avions des moyens appropriés à la démonstration des vrais rapports existant entre lui et les multitudes d'astres qui rayonnent jusqu'à nous à travers d'incommensurables distances. La planète Jupiter est sensiblement pour l'éclat le 4e astre de notre ciel, et cependant ses 4 satellites, quoique situés exactement à la même distance moyenne de nous, sont invisibles à l'œil nu; et il existe plus de 60 planètes, bien connues et toutes télescopiques, à des distances de la Terre moindres que celle de Jupiter.

En voyant le Soleil réduit 93840 fois dans la chambre obscure, j'aurais pu ajouter qu'il était vu en contraste avec une obscurité plus profonde que celle de tout ciel nocturne; ç'aurait été en faveur de la supposition que la différence de lumière entre lui et α de la Lyre pouvait être encore moindre que celle de 10,655,194,176 à 1. Mais je n'ai pas désiré différer, plus que je n'étais obligé de le faire, des résultats obtenus par ceux qui m'ont précédé dans cet intéressant sujet de recherches.

Le nombre des étoiles que les plus puissants télescopes font distinguer dans tout le ciel n'est pas aussi grand qu'il devrait l'être théoriquement, en le comparant avec ce qu'on aperçoit à l'œil nu ou avec de plus petits instruments. Les astronomes expliquent ce fait en supposant qu'une portion de la lumière est absorbée ou éteinte durant son passage à travers l'immensité de l'espace.

Les grandes différences entre l'éclat propre des étoiles, dispersées et interposées dans l'espace, pourraient fournir, en tant que leur existence a été reconnue comme possible, une explication différente de ce fait. Près de nous les petites se verraient aussi bien que les grandes, mais les nombreux billions de milles de profondeur, aux limites extrêmes de la pénétrabilité

des télescopes, cacheraient tout autour de la sphère céleste des multitudes de corps comme le Soleil, pendant qu'un petit nombre seulement, d'un volume ou d'une clarté très-peu ordinaires, parsemés entre eux, paraîtraient comme les plus faibles points de lumière perceptibles, à travers les plus forts télescopes auxquels l'œil de l'homme ait jamais été appliqué.

PHYSIQUE.

TATE. SUR LA GRANDEUR DE LA GOUTTE LIQUIDE FORMÉE DANS DES CIRCONSTANCES DIFFÉRENTES (*Philosophical Magazine*. Mars 1864).

On a trop l'habitude de considérer une goutte d'un liquide quelconque comme représentant une quantité définie, tandis que le poids de la goutte varie, comme le remarque l'auteur, non-seulement avec le diamètre du tube dans lequel elle se forme, mais aussi suivant la densité, la température et la composition chimique du liquide dont elle provient. Les particules d'un liquide se réunissent en gouttes par suite de l'adhésion qui existe entre ces particules et les parois du tube, ou la substance sur laquelle la goutte se forme. D'autre part, comme la pesanteur et la cohésion des particules du liquide entr' elles exercent une action en un sens précisément inverse, il en résulte que lorsque la goutte a atteint une certaine grandeur, la force de la pesanteur l'emporte sur celle d'adhésion, et aussitôt la goutte tombe. Tout changement de condition dans les rapports de ces forces entr' elles doit nécessairement influer sur la grandeur de la goutte liquide ; mais tant que ces rapports restent les mêmes, le poids de la goutte ne subit pas de variation sensible, dans aucun cas au delà de $^1/_{100}$ de son poids primitif.

Les expériences de M. Tate ont été faites avec l'appareil suivant. Le liquide dont s'agit est renfermé dans un vase cylindrique, dans lequel plonge l'une des extrémités d'une bande de toile de

coton recourbée en forme de siphon. L'autre extrémité de ce siphon aboutit à un tube vertical placé à côté du vase, tube qu'il parcourt dans toute sa longueur, et dont il bouche en partie l'extrémité inférieure par laquelle la goutte liquide doit s'échapper et tomber dans un matras destiné à la recevoir. Cette extrémité est taillée en tranche très-aiguë, de façon à ce que le tube, au point où il se trouve en contact avec le liquide, puisse être regardé comme infiniment mince. Lorsque de cinq à dix gouttes de liquide sont tombées dans le matras, l'augmentation du poids de celui-ci permet de constater le poids de chacune d'elles. La forme de la goutte est celle d'un hyperboloïde à double courbure, se rapprochant de celle d'un hémisphère dans la portion inférieure, concave vers la partie supérieure, et recourbé en sens contraire vers le milieu. Pour déterminer le poids de la goutte liquide à des températures différentes, l'expérimentateur enveloppait le tube dont nous avons parlé d'un tube beaucoup plus large en laiton et qui passait à travers un bain d'eau chaude, de manière à permettre à la goutte liquide, à mesure qu'elle se formait, de prendre la température de l'eau qui entourait le tube de laiton. — Voici les principaux résultats auxquels est parvenu l'auteur.

1° *Toutes choses d'ailleurs égales, le poids d'une goutte liquide est proportionnel au diamètre du tube dans lequel elle se forme.* Cette loi remarquable se déduit des expériences renfermées dans le tableau suivant :

TABLEAU I.

Résultats de l'expérience sur le poids d'une goutte d'eau formée dans des tubes minces de diamètres différents, et à une température constante de 10° C.

Diamètre du tube en pouces, D.	Poids correspondant de la goutte en grains, P.	Valeur de P par la formule P = 5.5 D.
0,13	0.78	0 71
0,25	1,36	1,37
0,30	1.60	1,65
0.39	2.10	2,14
0 50	2,84	2.75
0,56	3,00	3,08
0,62	3,36	3,41

La coïncidence entre les résultats de la seconde et de la troisième colonne fournit la preuve que le poids de la goutte liquide est proportionnel au diamètre du tube. Dès que le diamètre du tube dépasse les $^7/_{10}$ d'un pouce, le volume total du liquide est entraîné, et il ne tombe plus sous la forme de gouttes.

La loi qui vient d'être énoncée a un rapport remarquable avec celle de la capillarité. En effet, puisque la hauteur à laquelle l'eau s'élève dans un tube, par suite de la capillarité, est en raison inverse du diamètre de ce tube, il s'ensuit que le poids d'eau soulevée dans un tube quelconque, par suite de cette cause, est en raison directe de son diamètre. De là *le poids de la goutte qui s'écoule d'un tube est proportionnel au poids de l'eau qui serait soulevée dans ce tube par suite de l'action capillaire.*

Lorsque la goutte liquide se forme sur une surface plane circulaire, la loi qui exprime son poids prend une forme plus générale. L'auteur a trouvé que, dans ce cas, l'augmentation du poids de la goutte était proportionnelle au diamètre de la surface en question. Dans les expériences qui suivent, la surface sur laquelle la goutte se formait était la base horizontale d'un cylindre solide en bois dur : le liquide était transporté d'une manière uniforme sur cette surface au moyen de la bande de toile de coton.

TABLEAU II.

Résultats de l'expérience sur le poids d'une goutte d'eau formée sur des surfaces circulaires de diamètres différents, à une température constante de 10°.

Diamètre de la surface en pouces, D.	Poids correspondant de la goutte en grains, P.	Valeur de P d'après la formule, P=0,22+2,7 D.
0 1	0,41	0,49
0,2	0.76	0,76
0,3	1,10	1,03
0,4	1,32	1,30
0,5	1,56	1,57
0,6	1.78	1,84
0 7	2,15	2,11

Ici la coïncidence remarquable entre les résultats de la seconde et de la troisième colonne fournissent bien la preuve que la formule $P = 0,22 + 2,7\,D$ exprime très-approximativement les poids des gouttes. Il suit de cette formule que *l'augmentation dans le poids des gouttes est proportionnelle aux diamètres des surfaces sur lesquelles elles se forment.* L'auteur montre expérimentalement que la goutte la plus grosse qui puisse se former, est celle qui s'échappe d'une surface circulaire dont le diamètre est égal aux $^7/_{10}$ d'un pouce.

Toutes choses d'ailleurs égales, un accroissement de température tend à diminuer le poids de la goutte liquide. L'auteur, en employant un tube de 0,3 de pouce de diamètre, a trouvé que le poids d'une goutte d'eau à 4° C. était de 1,65 grain, tandis qu'à 65° le poids de cette même goutte n'était que de 1,45 grain ; ou en d'autres termes, la diminution dans le poids de la goutte, due à un accroissement de température de 61°, était de $^1/_5$ de grain ; et ainsi de suite, pour d'autres températures. L'auteur montre que les diminutions de poids, dues à une température T, peuvent être exprimées très-approximativement par la formule, $0,0018\,(T-40)$; de manière que le poids d'une goutte d'eau, qui

se forme à des températures différentes dans un tube mince de diamètre D, pourra être exprimé par la formule :

$$P = [\,5{,}5 - 0{,}006\,(T - 40)\,]\,D.$$

Indépendamment de la densité, une variation dans la composition chimique donne lieu à un changement très-notable dans le poids de la goutte liquide. La plupart des acides, des alcalis et des sels alcalins tendent à diminuer le poids de la goutte. Si l'on ajoute à de l'eau une petite quantité de potasse, le poids de la goutte est diminué d'une manière sensible. De l'acide sulfurique concentré d'une densité égale à $1^3/_4$ fois celle de l'eau, fournit aussi une goutte liquide d'un poids notablement inférieur à celui de l'eau. De même le poids de la goutte fournie par de l'acide nitrique d'une densité égale à $1^1/_2$ fois celle de l'eau, n'est que les $^4/_5$ de celui de ce dernier liquide. Le poids de la goutte d'alcool d'une densité 0,957 n'est guères que la moitié de celui de la goutte d'eau ; et ce même alcool mélangé avec 16 parties d'eau, et partant, d'une densité très-peu inférieure à celle de l'eau, a fourni une goutte liquide pesant un peu moins des $^6/_7$ de celle de l'eau pure. La goutte d'huile d'olive d'une densité de 0,9176 ne pèse que la moitié de celle de l'eau. Certains liquides, chez les particules desquels la force de cohésion paraît plus considérable que chez d'autres, tels que la mélasse, des solutions de savon, d'amidon, et autres pareils ont tous fourni des gouttes beaucoup moins pesantes que la goutte d'eau. L'auteur en conclut, que « toutes choses d'ailleurs égales, le poids de la goutte liquide est en raison inverse de la cohésion des particules. »

Le poids de la goutte d'eau étant de 2,84 grains, celui des gouttes provenant de diverses solutions ayant toutes la même pesanteur spécifique, savoir 1,190, a été trouvé comme suit : chlorure de sodium, 3,30 grains ; solution de sucre, 3,06 grains ; carbonate de soude, 3 grains ; sulfate de magnésie, 2,978 grains ; acide nitrique, 2,58 grains ; acide sulfurique, 2,30 grains.

Dans des solutions de force différente de chlorure de sodium (et d'autres sels neutres) *l'augmentation dans le poids de la goutte*

liquide est proportionnée au poids du sel sec que renferme la solution. C'est ce qui résulte de la coïncidence entre les secondes et troisièmes colonnes du tableau suivant.

TABLEAU III

Résultats de l'expérience sur le poids de la goutte provenant de solutions plus ou moins concentrées de chlorure de sodium à la température constante de 10° C.

Quantité pour cent du sel en solution, *r*.	Poids correspondant de la goutte liquide, P.	Valeur de P d'après la formule P = 2,84 + 0,0135, *r*.
0	2,84	2,84
8 5	2,93	2,95
17	3,07	3,07
34	3,30	3,30

Sorby (The Bakerian Lecture). Sur la corrélation directe des forces mécaniques et chimiques. (*Philosophical Magazine*. Février 1864).

Le travail de M. Sorby renferme une série d'observations relatives à l'influence de la pression sur la solubilité des sels. On sait que M. Bunsen et M. Hopkins ont démontré que lorsqu'il s'agit de substances qui se dilatent en passant de l'état solide à l'état liquide, une pression mécanique a pour effet d'élever la température de leur point de fusion. Ou, en d'autres termes, puisque pour produire la fusion, il est nécessaire de surmonter une force mécanique, une quantité additionnelle de chaleur doit être requise pour surmonter une force additionnelle, et le degré de pression requise pour maintenir une substance à l'état solide à une température quelconque au-dessus de son point normal de fusion, peut être envisagé comme le représentant mécanique de la force avec laquelle la substance en question tend à se liquéfier à cette même tempé-

rature. Le professeur Thomson a démontré que dans le cas de l'eau, qui se dilate, au contraire, au moment de la congélation, la température du point de fusion est abaissée par l'effet de la pression, ce qui revient à dire que, puisque dans ce cas il est nécessaire de surmonter une force mécanique pour arriver à la cristallisation, celle-ci ne pourra s'effectuer sans l'influence d'un accroissement de pression, que si la force de la polarité cristalline est augmentée par un nouvel abaissement de température. L'auteur démontre expérimentalement que ces mêmes principes peuvent s'appliquer à la solubilité des sels dans l'eau. Ainsi il trouve que toutes les fois que, lors de la dissolution d'un sel dans l'eau, il y a diminution de volume, c'est-à-dire, lorsque le volume du sel réuni à celui de l'eau est moindre que la somme des volumes de ces deux substances prises séparément, la solubilité du sel est accrue par l'effet d'une pression ; tandis que, dans les cas très-rares, tel que celui du sel ammoniaque, où il y a, au contraire, augmentation de volume au moment de la solution, la solubilité du sel est diminuée par l'effet de la pression, d'une quantité faible, il est vrai, mais pourtant très-appréciable. En d'autres termes, la pression, d'après M. Sorby, paraîtrait opposer un obstacle à la solution ou à la cristallisation suivant la force mécanique qu'il est nécessaire de surmonter pour opérer cette solution ou cette cristallisation. Chez les sels qui en se dissolvant donnent lieu à une diminution de volume, l'effet d'une pression mécanique est le même que celui d'une augmentation de température, savoir de les rendre plus solubles. Il se perd, dans ce cas, au moment même de leur dissolution, une certaine quantité de force mécanique, qui est dépensée, pour ainsi dire, à produire ce changement d'état. Lorsque de l'eau, amenée par ce moyen à tenir en dissolution une quantité de sel plus considérable que celle qu'elle est capable de renfermer à l'état normal, se trouve saturée sous l'influence d'une pression donnée, le montant de cette pression représente la force de polarité qui tendrait à faire déposer le sel sous la forme cristalline, mais qui est exactement ba-

lancée par l'effet de cette même pression. L'auteur montre par une série d'expériences que l'influence de la pression, ainsi que la valeur mécanique de la force de la polarité cristalline, varie suivant les différents sels. Il en conclut qu'il existe une corrélation directe entre la force mécanique et les forces de cristallisation et de solution. Cette dernière a été regardée par quelques chimistes comme constituant une véritable combinaison chimique ; mais quoi qu'il en soit à cet égard, on ne peut guère refuser d'admettre que si elle ne constitue pas une modification chimique, elle y est au moins alliée de très-près. Au surplus, l'auteur rend compte dans la dernière partie de son travail de quelques expériences de nature à montrer que la pression exerce une influence incontestable sur certaines modifications chimiques qui n'ont lieu que lentement, et, par conséquent, qui sont dues probablement à des affinités faibles ou qui se balancent à peu près. Il cite, en particulier, les résultats obtenus par l'action lente et prolongée de divers sels sur certains carbonates, plus spécialement les carbonates de baryte et de chaux, desquels il résulte que dans certains cas la pression paraît renforcer, et dans d'autres affaiblir l'action chimique, tandis qu'il y en a où elle est sans effet sensible. M. Sorby conclut en émettant l'opinion que les faits déjà constatés par d'autres chimistes relatifs à l'action de la pression sur le chlore hydraté, sur l'acide sulfurique hydraté et quelques autres substances, joints à ceux renfermés dans son propre travail, sont de nature à donner quelque probabilité à l'hypothèse que la pression tend à affaiblir ou à renforcer l'affinité chimique suivant qu'elle agit en sens contraire ou d'accord avec le changement de volume ; comme si l'action chimique était convertible directement en une force mécanique, ou une force mécanique en action chimique, suivant des équivalents définis et conformément à des lois générales, sans qu'il soit nécessaire que ces forces soient liées entr'elles par le moyen de la chaleur ou de l'électricité.

AVENARIUS. DIE THERMOELEKTRICITÆT, IHREM URSPRUNGE..... LA THERMO-ÉLECTRICITÉ CONSIDÉRÉE COMME IDENTIQUE, QUANT A SON ORIGINE, AVEC L'ÉLECTRICITÉ DE CONTACT. *(Poggendorff's Annalen*, t. CXIX, p. 406 et 637).

M. Avenarius attribue à la même cause les courants thermo-électriques et la force électro-motrice de contact. Il considère la force électro-motrice comme une fonction de la température, qui d'après ses expériences serait exprimée par une formule du second degré

$$F = a + bt + ct^2$$

où F représente la force électro-motrice, t la température et a, b et c des coefficients constants.

Dans un élément thermo-électrique on a deux points de soudure dont les températures sont en général différentes ; désignons-les par t_1 et t_2 ; la force électro-motrice E du couple sera égale à la différence des forces électro-motrices opposées des deux soudures ; on aura :

$$E = b(t_1 - t_2) + c(t_1^2 - t_2^2) = (t_1 - t_2)\,[b + c(t_1 + t_2)]$$

Comme la valeur du coefficient c est en général faible, la force électro-motrice entre certaines limites est sensiblement proportionnelle à la différence des deux températures quand l'une d'elles reste constante.

Pour que l'élément thermo-électrique ne produise point de courant, il faut que E soit égal à 0, ce qui peut arriver dans deux cas : 1° on aura $E = 0$ si $t_1 - t_2 = 0$; ce cas est celui de l'égalité de température des deux soudures. 2° E sera encore nul si $b + c(t_1 + t_2) = 0$; pour faire comprendre à quel cas cela correspond, rappelons que M. Thomson [1] a fait voir que lorsqu'on maintient une des soudures à une température constante et que l'on élève la température de l'autre, l'intensité du courant que l'on obtient va d'abord en augmentant, atteint un ma-

[1] Voyez *Archives*, 1858, t. I, p. 256.

ximum pour une certaine température T, puis diminue, devient nulle (point neutre) et change de sens. D'après la formule ci-dessus, la température t_2, pour laquelle le courant est nul, dépend de la température de l'autre soudure t_1 ; il suffit que t_1 et t_2 soient à égale distance du maximum T pour que cela ait lieu. Or le maximum correspond à une température constante $T = -\frac{b}{2c}$. Donc toutes les fois que $t_1 + t_2$ sera égal à $-\frac{b}{c}$ la valeur de E sera nulle.

Ce sont ces conclusions que M. Avenarius a vérifiées par l'expérience : il a opéré avec cinq couples thermo-électriques différents : *cuivre-fer*, *argent-zinc*, *platine-plomb*, *argent-fer* et *platine-palladium* [1]. — Pour porter les soudures à une température élevée, on les plaçait dans un bain d'air chauffé avec une lampe de Bunsen convenablement réglée. L'intensité du courant était mesurée avec un galvanomètre à miroir. — On a fait, sur chaque couple, autant que possible, deux séries d'expériences. Dans la première on maintenait l'une des soudures à une température constante, et l'on observait l'intensité du courant pour diverses températures de l'autre soudure. Dans la seconde série on faisait varier la température de deux soudures, de manière que l'une fût supérieure et l'autre inférieure à la température T correspondant au maximum, et l'on observait ces températures quand le courant était nul ; si la formule est exacte la demi-somme de ces températures $\frac{t_1 + t_2}{2}$ doit être constante dans ce cas.

De l'ensemble des expériences on peut tirer les valeurs des coefficients constants b et c, puis en reportant ces valeurs dans la formule, voir si elle représente alors toutes les observations avec une exactitude suffisante. C'est en effet le résultat auquel l'auteur

[1] Les expériences que l'auteur a faites sur ce dernier couple sont postérieures aux précédentes. Elles ont été entreprises à la suite d'un travail de M. E. Becquerel dont une conclusion relative à l'emploi d'un couple platine-palladium ne s'accordait pas avec les résultats obtenus précédemment avec d'autres couples par M. Avenarius.

est parvenu ; les valeurs des coefficients qu'il a trouvées pour les couples avec lesquels il a opéré sont les suivantes :

Cuivre-fer.....	$b = +0,9655$	$c = -0,00175$
Argent-zinc.....	$= -0,298734$	$= +0,002143$
Platine-plomb.....	$= +0,085$	$= +0.0046$
Argent-fer	$= +3,29424$	$= -0,00757$
Platine-palladium...	$= +3,3701$	$= +0,000709$

Pour les couples cuivre-fer et argent-fer la marche relative des températures et de l'intensité est celle que nous avons décrite. Pour le couple argent-zinc la température T correspond à un minimum et non à un maximum. Pour les couples platine-plomb et platine-palladium il n'y a pas de maximum ou de minimum dans les limites de température où l'on a opéré. — Dans tous les cas les résultats calculés avec la formule s'accordent bien avec ceux que fournit l'expérience.

CHIMIE.

Pisani. Étude chimique et analyse du pollux de l'île d'Elbe. (*Comp. rend. Acad. des sciences*, t. 58, p. 714).

Breithaupt a fait connaître, il y a dix-huit ans, sous le nom de *pollux*, un minéral très-rare de l'île d'Elbe dans lequel Plattner trouva les éléments d'un silicate hydraté d'alumine, de potasse et de soude ; mais son analyse faite sur une petite quantité de matière comportait une perte de plus de 7 pour °/₀. Dernièrement M. Sœmann ayant reçu quelques échantillons de pollux les a confiés à M. Pisani qui a pu compléter l'histoire de ce minéral et établir sa composition exacte qui est très-curieuse : en effet, la base alcaline du pollux consiste presque tout entière en *oxyde de césium*, que l'on avait pris autrefois pour de la potasse. Voici du reste les résultats de l'analyse de M. Pisani, mis en regard de ceux de Plattner :

	Plattner.		Pisani.
Silice	46,20		44,03
Alumine	16,39		15,97
Oxyde ferrique	0,86		0,68
Chaux	—		0,68
Potasse	16,50	Oxyde césique	34,07
Soude	10,47		3,88
Eau	2,32		2,40

Le pollux est donc la première espèce minérale connue dans laquelle le césium entre comme partie constituante essentielle. Sa forme cristalline était inconnue, seulement M. Descloiseaux avait établi d'après l'étude optique qu'elle devait appartenir au système régulier. M. Sœmann possède un cristal de pollux qui confirme cette conclusion : c'est un cube du poids de vingt grammes, portant les faces du trapézoèdre a^2 comme certaines analcimes de Fassa.

Le lépidolite rose de l'île d'Elbe contient également du césium ; mais sa teneur ne se rapproche pas à beaucoup près de celle des lépidolites des États-Unis desquels MM. Allen et Johnson ont pu extraire de notables quantités du nouvel alcali.

M. D.

W. Crookes. On Thallium. Sur le thallium. (*Journal of the chemical Society of London*, april 1864, p. 112.)

M. Crookes vient de résumer, dans un travail assez étendu les soixante et quelques notes et mémoires qui ont paru jusqu'à présent sur le thallium ; l'auteur y joint un certain nombre de faits inédits, fruits de ses propres expériences. Ce travail n'est pas de nature à pouvoir être analysé ici, je me bornerai donc à le signaler à l'attention des chimistes que ce sujet peut intéresser. Je désire seulement présenter quelques considérations sur un point controversé, savoir la place que doit occuper le thallium dans la série des métaux. Dumas, Bœttger, etc., le rangent parmi les métaux alcalins, tandis que Erdmann, Nicklès

et Crookes le rapprochent du plomb et de l'argent. Cela dépend des principes qui font la base de la classification ; les chimistes qui mettent en première ligne la propriété de former des composés isomorphes et de constitution atomique identique partageront le premier avis ; ceux au contraire qui donnent le pas aux analogies tirées des propriétés physiques se rangeront au second. Dans mon opinion et quant au thallium, les deux manières de voir sont moins inconciliables qu'on ne pourrait le croire ; il suffit pour cela d'assigner à l'argent et au plomb leur véritable place.

Il est bien établi maintenant que l'oxyde argentique, malgré son peu de stabilité, est une base énergique dont la constitution est celle de la potasse et de la soude ; en outre, l'isomorphisme de plusieurs de ses sels avec ceux de la soude est chose avérée [1]. Il y a donc lieu de placer l'argent dans un groupe comprenant le potassium, le sodium, le rubidium, le césium et le lithium. A la suite de celui-ci on est convenu d'établir un second groupe, celui des métaux alcalino-terreux, auquel se rattache évidemment le plomb dont le protoxyde possède le genre d'alcalinité de la baryte et de la chaux et donne naissance à un carbonate, un sulfate, un tungstate, etc., isomorphes avec l'arragonite, la barytine, la scheelite.

Et comme la nature ne fait pas de sauts, le thallium, tout en étant du premier groupe, ferait transition au second par le moyen de ses propriétés physiques.

M. Delafontaine.

A, Guyard. De l'acide uranique. (*Bulletin de la Société chimique de Paris*, 6me année, p. 95. Février 1864).

Quand on précipite par la potasse un mélange de nitrate argentique et de nitrate uranique, on obtient un mélange gris sale

[1] Tout récemment encore, M. Church vient de faire connaître un alun dans lequel le sulfate d'argent joue le rôle de sel alcalin (*Chemical News*, march 26, 1864).

des deux oxydes. Au contraire, si l'on ajoute de l'oxyde d'argent récemment préparé à une dissolution de nitrate d'urane, il se dépose un uranite d'argent ($Ag^2O, 2U^2O^3$) rouge orangé vif, insoluble. Mais si l'on renverse l'expérience et qu'on introduise dans du nitrate d'argent de l'oxyde uranique, ou mieux un uranite alcalin, on verra, par l'action de la chaleur, l'uranium passer à un degré d'oxydation supérieur inconnu jusqu'à présent, et qui en se combinant avec une portion de l'oxyde d'argent forme avec lui un précipité cristallin noir et brillant. L'équation suivante rend compte de cette réaction :

$$2\,(Ag^2O, Az^2O^5) + K^2O, (U^2O^3)^2 =$$
$$Ag^2O, Az^2O^3 + K^2O, Az^2O^3 + Ag^2O, {}_2U^2O^5.$$

Le composé U^2O^5 est l'acide uranique. L'auteur rappelle les rapprochements établis par Peligot entre l'urane et l'antimoine ; les faits précédents les confirment [1].

A. Streng. Ueber..... Sur le fluochromate de potasse (*Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXXIX, p. 225).

L'isolement du fluor a été l'objet des tentatives de Davy, d'Aimé, des frères Knox, de Louyet, de Fremy et de Kämmerer ; une cause fréquente du peu de succès de ces chimistes a été la présence d'une petite quantité d'eau très-difficile à éviter. M. Streng, considérant que l'un des moyens d'obtenir du chlore très-sec consiste à calciner du chlorochromate de potasse, a imaginé de préparer le fluochromate correspondant pour voir s'il se comporte-

[1] La composition des oxydes de l'uranium a été l'objet d'un grand nombre de recherches dues aux plus habiles chimistes et cependant pour plusieurs d'entr'eux, elle ne paraît pas établie définitivement. Le sujet doit donc offrir des difficultés particulières, augmentées de l'incertitude où l'on est encore du poids atomique exact de l'uranium ; d'après cela il conviendrait peut-être, avant de se prononcer sur la véritable formule de l'acide uranique, d'attendre la publication des analyses qu'en a faites M. Guyard. M. De

lait d'une manière analogue. Ce sel cristallise en octaèdres à base carrée, il est rouge rubis, anhydre et attaque fortement les vases en verre et en porcelaine, sa formule est KO, CrO^2Fl. La chaleur lui fait abandonner un gaz que l'auteur pense être de fluor. Si l'opération se fait dans une cornue de verre, il y a production de fluorure silicique. M. Streng n'ayant pas à sa disposition les appareils en platine nécessaires, n'a pu faire une étude plus approfondie de son fluor. Le mémoire ci-dessus contient en outre des considérations de théorie typique sur lesquelles nous ne nous arrêterons pas.

M. D.

A. Remelé. Recherches sur les combinaisons sulfurées de l'uranium (*Comp. rend. Acad. scienc.*, t. 58, p. 716)

Quand on précipite une dissolution aqueuse de nitrate jaune d'urane par le sulfure ammonique, on obtient un produit fort peu stable considéré jusqu'à présent comme du sulfure d'uranium, mais dont la formule n'avait pas encore été bien établie.

M Remelé a reconnu que si le sel uranique a été dissous dans l'alcool, le précipité est plus stable et peut être lavé sans décomposition, puis séché dans le vide; préparé par ce dernier moyen, il retient toujours environ 2 p. cent de monosulfure d'ammonium; sa composition est celle d'un sulfure d'uranyle hydraté : $(U^2O^2)S + aq$. Le mode de décomposition de ce corps confirme cette formule ; en présence de l'eau bouillante il se dédouble en oxyde uraneux hydraté et en soufre ; à l'abri du contact de l'air, l'acide chlorhydrique lui enlève son oxyde pour former du chlorure uraneux vert. Cependant, le sulfure d'uranyle ne se comporte pas en présence des acides forts comme un monosulfure ; il ne dégage que fort peu d'hydrogène sulfuré, la presque totalité de son soufre se dépose à l'état libre.

M. D.

MINÉRALOGIE. GÉOLOGIE.

Pissis. Sur le soulèvement graduel de la côte du Chili et sur un nouveau système stratigraphique très ancien observé dans ce pays (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1864, t. LVIII, p. 124).

On a déjà souvent parlé du soulèvement de la côte du Chili et voici quelques faits nouveaux qui semblent attester d'une manière positive que dans les temps modernes il y a eu un exhaussement de cette côte. Entre Conception et Rio Maule on voit dans les escarpements formés par les roches schisteuses une zone, s'élevant à huit ou dix mètres au-dessus du niveau de la mer occupée par de nombreuses cavités formées par des mollusques lithophages Les cavités de la partie supérieure sont beaucoup moins fraîches que celles de la partie inférieure. On trouve des sables avec des bancs de coquilles à peu près au même niveau que celui où cessent les cavités des lithodomes.

Le terrain de transport ancien s'élève à environ 100 mètres au-dessus du niveau de la mer à Lota et Coronel et paraît avoir été émergé d'un seul coup, tandis qu'un soulèvement lent semble avoir tiré peu à peu de l'eau les bancs de coquilles et la zone de coquilles perforantes.

Le nouveau système stratigraphique correspond à une chaîne granitique qui remplit une longue boutonnière ouverte au milieu des schistes et des grès anciens et qui s'élève depuis l'Araucanie jusqu'au Rio-Rapel et, sous le rapport de l'âge, il se place entre celui du Hundsruck représenté par les schistes satinés du Chili et celui de l'Itacolumi correspondant aux couches carbonifères du sud du Brésil.

L'éruption du volcan de Chilian s'est prolongée jusqu'au commencement de février 1863, époque à laquelle la lave coulait encore dans le sud de l'étroit canal qu'elle s'était ouvert au milieu du glacier.

M. G. Dewalque. Sur la distribution des sources minérales en Belgique (*Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2me série, t. XVII, n° 2).

Dans cette petite notice M. Dewalque donne un tableau de sept sources minérales ou groupes de sources qui sont alignés à peu près en ligne droite, suivant une direction moyenne de 122 degrés, en comptant les degrés du nord au sud par l'est. Cette direction est digne d'être remarquée. Elle ne diffère que de 1° en moins de la direction du système du Thüringerwald et du Morvan rapportée à la Belgique.

Isidore Bachmann. Mémoire sur les formations jurassiques du canton de Glaris (*Berner Mittheilungen*, 1863, nos 549 à 552.)

Il est fort difficile de faire de la géologie dans les Alpes du canton de Glaris, aussi jusqu'à ces derniers temps n'était-elle pas bien avancée ; la formation jurassique, entre autres était fort mal connue et il a fallu le zèle et la persévérance de M. Escher de la Linth et de M. Bachmann pour arriver à établir dans ces roches, dont l'épaisseur atteint 3550 pieds, onze divisions correspondant à des zones et à des étages nettement définis partout ailleurs. On peut regarder ces déterminations comme un grand progrès de la géologie des Alpes. A la base de ces énormes massifs se trouve le lias avec une puissance de 1200 pieds et à la partie inférieure la zone à *Ammonites angulatus*, avec de nombreux *Cardinia* (sur le Malabitzkopf), surmontée par la zone à *Ammonites Bucklandi* caractérisée par des fossiles assez abondants représentant clairement l'étage sinémurien. Il faut invoquer un peu les lois de l'analogie pour reconnaître dans les assises puissantes de calcaires remplis de grains de quartz qui recouvrent ces couches, l'équivalent du lias moyen et du lias supérieur. La présence toutefois d'une *Terebratula numismalis* permet d'espérer que de nouvelles dé-

couvertes viendront confirmer cette association. Au-dessus, des schistes assez puissants (50 à 60 pieds), noirs et brillants, représentent le Bajocien inférieur ou zone à *Ammonites opalinus*; ils sont suivis par 60 pieds de grès ferrugineux, équivalents à la zone à *Ammonites Murchisonæ*, et par 200 pieds de calcaires gris à petits grains fossilifères dans plusieurs localités et fournissant des espèces qui indiquent le Bajocien moyen. Au-dessus on rencontre une couche remarquable d'oolithe ferrugineuse épaisse de 4 pieds seulement, qui se retrouve dans tout le canton de Glaris et dans le canton de Berne et qui renferme un mélange très-curieux de fossiles du Bajocien supérieur et du Bathonien. Dans le canton de Glaris le gisement principal est sur le Glarnisch, l'assise n'a qu'un pied d'épaisseur, mais elle contient beaucoup de fossiles. Immédiatement au-dessus de cette couche s'élève une masse énorme de calcaire, de 2000 pieds d'épaisseur, formant la plupart des crêtes accidentées des Alpes glaronnaises. C'est là suivant toute probabilité une formation éminemment pélagique, on y trouve peu de fossiles et il n'est souvent pas très-facile d'y faire des explorations. A force de recherches et de peines, MM. Escher et Bachmann ont fini par y établir quatre divisions. A la base se trouvent des assises contenant des nodules un peu schisteuses que leur structure partic lière et la présence de quelques fossiles, entre autres des *Ammonites arolicus*, *A. tortisulcatus*, permettent de ranger dans l'oxfordien, elles représentent les couches de Birmensdorf de l'Argovie. Au-dessus il y a 1200 pieds de calcaires compactes, noirâtres, formant de hautes cimes qui ne renferment presque aucun fossile et dont on ne sait trop que faire. M. Bachmann suppose que c'était là l'équivalent des couches de Baden, horizon bien connu dans le canton d'Argovie. Sur le Murtschenstock, M. Escher a rencontré une assise fossilifère dont le parallélisme dans la chaîne n'est pas encore bien établi, mais qui renferme les fossiles les plus caractéristiques du corallien, la *Rhynchmella astieriana*, la *Terebratula moravica*, etc., associée d'une manière qui rappelle tout à fait la faune des couches de Stramberg.

Environ 100 pieds de schistes calcaires terminent la série des formations jurassiques du canton de Glaris et couronnent quelques-unes de ses plus hautes sommités, le Murtschenstock entre autres, d'un large ruban noir. Les fossiles y sont très-rares et leur âge incertain.

Ce court résumé suffira pour donner une idée des dernières découvertes qui ont été faites dans cette partie de la Suisse et du parti qu'ont su en tirer les géologues infatigables qui ont entrepris son exploration. Il est permis d'espérer que bien des points peuvent encore être éclaircis, toutefois il ne faut pas se dissimuler l'extrême difficulté qu'on éprouvera toujours à rapporter d'une manière certaine à des horizons connus ces masses énormes de sédiments déposés dans des mers profondes, d'un abord souvent très-difficile et qui ne renferment que quelques rares débris organiques, presque toujours mal conservés.

Amédée Burat. Une excursion dans les Alpes françaises. (*Revue universelle*, de Liége, décembre 1863.)

Dans cette courte notice qui est moitié industrielle et moitié scientifique, M. Burat donne quelques détails sur les Alpes savoyardes et s'occupe du tunnel de la Maurienne qui sert de passage de la France en Italie. Cette gigantesque entreprise prendra probablement vingt ans à exécuter (six sont déjà passés), mais si on presse les travaux le temps pourrait se réduire à treize ans. M. Burat prévoit quelques difficultés pour le moment où les ouvriers s'enfonceront plus qu'ils ne le sont aujourd'hui dans l'intérieur de la montagne et il émet son avis sur la manière de les surmonter.

Ce qui nous plaît dans la partie géologique de ce mémoire malheureusement trop courte, c'est qu'on voit qu'elle est écrite par un homme qui est familier avec les Alpes, avec les difficultés que présente leur géologie, soit au point de vue de la longueur des courses, soit sous le rapport réellement scientifique. Il

connaît également les derniers travaux qui ont été publiés sur ce pays, il adopte entièrement la nouvelle classification des terrains alpins et les passe brièvement en revue.

La protogine est pour lui une roche éruptive sortie de terre à l'état solide ; c'est ce qu'on admet à présent ; mais on peut prévoir le moment où des recherches faites dans les laboratoires sur les minéraux artificiels, il sortira une nouvelle théorie relative à l'origine des roches granitiques. M. Burat adopte complétement l'idée que les Alpes renferment de vrais dépôts houillers ; malheureusement pour l'industrie de cette région, ils sont pauvres en combustibles, quoique fort puissants. Il reconnaît dans les roches de gypses, de cargneules, etc., des dépôts triasiques et il pense que le lias a recouvert une fois tout l'emplacement occupé maintenant par les Alpes. Il fait une différence, qui me paraît assez douteuse, entre la distribution du lias et celle des étages jurassiques et crétacés qui le surmontent, et il en conclut que le premier soulèvement de la chaîne des Alpes s'est fait après le dépôt du terrain liasique. Mais ce soulèvement n'a pas été le seul, car le plus puissant événement de cet ordre a eu lieu après les dépôts des terrains nummulitiques et tertiaires. Le premier de ces deux terrains est abondant dans les Alpes voisines du Mont-Blanc; il se montre également en Maurienne, mais ici les terrains sont renversés sur une grande échelle, en sorte qu'il semble que le terrain nummulitique se trouve près de la base de la série.

D'après M. Burat, les serpentines ont joué un grand rôle dans la géologie de cette région. «Les véritables roches soulevantes des Alpes sont des serpentines, dit-il, les euphotides, les hypérites, les amphibolites, qui se sont fait jour en une multitude de points et surtout vers la base des versants de l'Italie.. Ces roches ont pénétré en plusieurs points le massif du Mont-Blanc dans lequel elles sont injectées en filons. » Je ne saurais partager l'opinion de M. Burat. Je trouve au contraire que dans les Alpes voisines du Mont-Blanc, la serpentine est en fort petite quantité et dans des locatés distantes les unes des autres. Elle ne prend guère l'aspect d'une

roche éruptive et se présente le plus souvent en couches plus ou moins régulières liées avec le trias. Dans la chaîne du Mont-Blanc lui-même les serpentines et les pierres ollaires sont presque nulles en proportion de la masse de la protogine, et je n'ai jamais su voir qu'elles eussent eu une grande influence sur les roches voisines Peut-être en est-il différemment sur le revers sud des Alpes? Quant aux amphibolites, qui sont fort connues depuis de Saussure dans la région du Mont-Blanc qui alimente le glacier des Bossons et ailleurs, je ne saurai leur donner plus d'importance qu'aux serpentines. A. F.

Sir R.-J. Murchison et le professeur B. Harkness. On the permian rocks, etc. Sur les roches permiennes du nord-ouest de l'Angleterre et sur leur extension en Écosse. (*Soc. géolog. de Londres*, 3 février 1864).

Dans ce mémoire les auteurs se proposent de développer des idées nouvelles au sujet de la composition du groupe permien du nord-ouest de l'Angleterre, et un nouvel arrangement des roches de ce terrain pour établir une corrélation directe entre des couches dans la Grande-Bretagne et sur le continent. Dans ce but ils retirent de la période du nouveau grès rouge et classent dans la période permienne une grande étendue de ce grès qui occupe les comtés du nord-ouest. Ils démontrent ensuite que ces grès rouges sont intimément et complétement unis au calcaire magnésien ou à ses équivalents et qu'ils forment la limite supérieure des dépôts paléozoïques. Ils assurent qu'il est bon de diviser ce terrain en trois parties : dans le Westmoreland, le Cumberland et le Lancashire, et que cette division est d'accord avec celle que M. Murchison a établie il y a peu de temps dans les dépôts permiens de l'Allemagne et de la Russie ; ils prouvent l'impossibilité d'appliquer le nom de Dyas à ce terrain.

Les auteurs s'occupent des différences lithologiques que l'on

remarque entre les roches permiennes du nord-ouest de l'Angleterre et celles placées sur le versant opposé de la chaîne Pennine, et ils observent que s'il y a de si grandes variations en Angleterre même, il n'est pas surprenant de trouver une plus grande diversité encore dans ces dépôts protéïques lorsqu'on les suit en Allemagne et en Russie.

Les découvertes du professeur Harkness, de nombreux végétaux fossiles identiques aux espèces du *kupfer-schiefer* de l'Allemagne, faites dans la partie centrale de ce groupe très-siliceux du Westmoreland et dans les schistes marneux du calcaire magnésien de Durham, sont une puissante preuve de la justesse des conclusions des auteurs.

La rareté comparative des roches ignées dans les couches permiennes d'Angleterre, malgré la preuve des grandes actions chimiques qui s'y sont passées, contraste avec l'abondance de ces roches en Allemagne. Il paraît que l'hœmatite du Cumberland et celle du Lancashire ont été formées aux premiers temps des dépôts permiens.

En décrivant les différents membres de ce terrain, les auteurs fixent les limites inférieures et supérieures des couches qui ont supporté la dolomisation. Ils remarquent que certains bancs de brêches calcaires, « le brockrum » des habitants, qui se trouvent dans le centre de la série renferment beaucoup de magnésie, tandis que les brêches inférieures, composées des mêmes fragments de calcaire carbonifère, n'en contiennent pas ; il n'y en a pas dans la partie supérieure de la formation ou grès de St-Bee.

G. Rose. Ueber die Schmelzung, etc. Sur la fusion du carbonate de chaux et sur la production artificielle du marbre. (*Annales de Poggendorf*, 1863, t. CXVII, p. 563.)

L'auteur a rencontré beaucoup de difficultés dans ces expériences, cependant elles ont été suffisantes pour confirmer les

conclusions auxquelles sir James Hall était arrivé, savoir : que le carbonate de chaux, lorsqu'il est exposé à une haute température et sous une pression, se change en marbre. Ce marbre a été obtenu du calcaire lithographique et de la craie et il était d'un grain plus fin que le marbre de Carrare. Il avait également ce caractère lorsqu'on a opéré sur de l'arragonite. Il est donc probable que tous les marbres qui forment des couches dans le mica-schiste et dans les schistes argileux, ou qui sont dans le voisinage immédiat du granite ou du basalte, doivent avoir été de la craie ou des calcaires ordinaires qui ont été altérés par la chaleur. Le marbre trouvé près de Belfast, en Irlande, avec la craie d'un côté et un dyke de basalte de l'autre, ressemble tout à fait au produit grisâtre du calcaire lithographique chauffé.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Des morts subites. Sulle morti repentine avvenute in Bologna nel trentacinquennio (1820-1854). Studio di statistica e meteorologia medica dal Cav. Alfonso Corradi. In-4°, Bologna 1863.

L'étude des morts subites a fait l'objet d'un grand nombre de recherches, soit en Italie, soit ailleurs Les professeurs Ferrario et Sormani ont parlé des morts subites, et en particulier des apoplexies, en ce qui regarde la ville de Milan. Les docteurs Devergie et Aran ont décrit les lésions observées dans un certain nombre de morts subites, et notre regretté compatriote le docteur Marc D'Espine a réuni dans sa *Statistique mortuaire comparée* diverses notions relatives aux morts survenues par accidents morbides et comprenant les syncopes, les apoplexies et les hémorragies. De mon côté. J'ai également étudié ce sujet en racontant quelques cas de morts subites dans la *Gazette médicale* de Paris.

Les morts qui surviennent brusquement et dans un état apparent de santé, sont bien propres à exciter l'attention du public et à faire naître la crainte chez ceux qui croient en être menacés. Aussi les anciennes litanies conservées par les Églises romaine et anglicane contiennent-elles la prière d'être préservé de mort subite Mais quelles sont les causes de cette catastrophe imprévue ? C'est ce que la science moderne a cherché à élucider par les méthodes d'observation qu'elle a si bien su mettre à profit. En premier lieu, les recherches anatomiques et, en second lieu, les études statistiques qui permettent de reconnaître les circonstances intérieures et extérieures qui concourent à trancher brusquement l'existence. Et d'abord : l'anatomie pathologique nous apprend que, contrairement à l'opinion générale, les morts subites ne sont point le résultat constant d'une apoplexie cérébrale. En effet, sur quarante cas observés par le docteur Devergie, l'on a reconnu douze fois que la mort subite était due à une congestion pulmonaire, douze fois à une congestion du poumon et du cerveau, cinq fois à un épanchement sanguin ou séreux dans les enveloppes du cerveau, deux fois à un vomissement de sang , deux fois à une rupture du cœur, une fois à un épanchement sanguin dans la protubérance annulaire , trois fois à une syncope sans aucune lésion anatomique.

Sur 201 cas réunis par le docteur Aran dans les *Archives de médecine* (t. XIX p. 50), dans 88 la mort survint à la suite de la rupture du cœur ou des gros vaisseaux.

D'après le docteur D'Espine, sur 1115 morts promptes qu'il a réunies sous le nom d'accidents morbides, il en a compté 684 occasionnées par l'apoplexie cérébrale, 329 survenues brusquement et probablement par syncope ou par quelque lésion du cœur ou des poumons et enfin 75 à la suite d'hémorragies assez graves pour entraîner une mort rapide. Mais comme la majeure portion de ces causes de mort ont été indiquées sans que l'autopsie fût venue vérifier le diagnostic, nous ne devons accepter ces désignations qu'avec une certaine réserve. C'est ainsi, par exemple,

que le nombre des apoplexies cérébrales nous paraît être fort exagéré si l'on s'en réfère aux observations des docteurs Devergie et Aran qui sont pleinement confirmées par celles du professeur Corradi.

L'on voit, en effet, dans l'ouvrage que nous analysons, le tableau synoptique des lésions anatomiqnes de 150 cas de morts subites. En voici le résumé. Les lésions du cœur ont été observées quarante-trois fois ; celles de l'aorte et des gros vaisseaux trente-cinq fois ; celles du poumon et de ses enveloppes quarante-cinq fois ; celles du cerveau sept fois et celles du cerveau avec maladie du cœur quatre fois. Si l'on résume les diverses lésions l'on voit que ,sur 150 morts subites, l'on trouve quatre-vingt-onze fois le cœur et les gros vaisseaux malades , quarante-sept fois le poumon et ses enveloppes et onze fois seulement le cerveau.

Ce résultat des recherches anatomiques vient confirmer pleinement les observations des anciens praticiens qui regardaient les maladies du cœur comme l'une des causes les plus ordinaires des morts subites. Je me souviens, en particulier, de l'opinion du docteur Butini qui me voyant étonné d'un événement de ce genre, me dit qu'un tiers des morts promptes étaient la conséquence de quelque maladie du cœur. Comme on le voit, cette appréciation était encore au-dessous de la vérité puisque plus de la moitié (91 sur 150) des cas observés par le docteur Corradi reconnaissaient cette cause. Ainsi donc ne grossissons pas outre mesure le chiffre des apoplexies et reconnaissons qu'elles ne forment qu'une très-petite minorité dans le nombre des morts subites, dont la plus forte proportion reconnaît pour cause les lésions du cœur, du poumon et des gros vaisseaux.

Quant aux circonstances qui paraissent favoriser la soudaineté de la mort, il faut compter en première ligne : le sexe masculin. L'on trouve en effet que sur 4239 morts subites observées à Bologne, il y avait 2398 hommes et seulement 1841 femmes, soit les 57 °/₀ du sexe masculin et les 43 °/₀ du sexe féminin. En seconde ligne l'on doit noter l'âge comme influant d'une manière

très-notable, puisque l'on n'en a observé que 461 avant 45 ans et 3728 après cet âge.

En troisième ligne viennent les influences météorologiques : l'on voit, en effet, le nombre des morts subites diminuer avec la chaleur et augmenter avec le froid; c'est ainsi que janvier, février, et décembre occupent le premier rang, tandis que juin, août et septembre sont au dernier rang. Les quatre saisons se trouvent rangées dans l'ordre suivant : 1° l'hiver, 2° le printemps, 3° l'automne, 4° l'été.

Cette influence fâcheuse du froid, et favorable de la chaleur se montre également en d'autres lieux. C'est ainsi que dans l'ouvrage du docteur Ferrario sur Milan, nous voyons janvier, décembre et février présenter le plus grand nombre d'apoplexies promptement mortelles et juillet, juin et août le plus petit nombre. Les quatre saisons se trouvent rangées dans le même ordre à Milan qu'à Bologne : 1° l'hiver, 2° le printemps, 3° l'automne, 4° l'été.

Il en est de même à Genève si l'on prend les 1115 décès classés par le docteur D'Espine sous le nom d'accidents morbides. Seulement les mois sont dans un ordre un peu différent : novembre se trouvant être le plus chargé en morts promptes ou subites, janvier venant immédiatement après, tandis que décembre n'occupe que la septième place. Le mois d'août se trouve au dernier rang dans l'échelle de fréquence, mai l'avant-dernier, et octobre le dixième. Et néanmoins avec ces divergences qui résultent d'une classification un peu différente, les saisons sont rangées dans le même ordre, d'où résulte la confirmation des faits observés par les docteurs Corradi et Ferrario sur l'influence exercée par le froid pour augmenter le nombre des morts subites et par la chaleur pour les rendre plus rares.

Au reste, il est facile de trouver l'explication de ce fait, puisque la congestion du poumon ou du cerveau, ainsi que les désordres occasionnés dans la circulation par les maladies du cœur ou des gros vaisseaux, doivent être plus prononcés alors que le froid

chasse le sang de la périphérie pour la porter sur les organes vitaux de l'intérieur, tandis que la chaleur dégage les centres et congestionne la peau. Et si l'on a trouvé plus de morts subites dans le mois de novembre au nord qu'au midi des Alpes, c'est que l'intensité du froid et par conséquent les congestions qu'il entraîne sont plus prononcées là où la température s'abaisse plus promptement et plus rapidement.

Telles sont quelques-unes des questions soulevées par le docteur Corradi sur les causes internes et externes des morts subites. Ceux qui parcourront cet intéressant mémoire y trouveront encore des recherches précieuses sur les professions qui prédisposent aux morts subites sur leur fréquence comparative à notre époque et dans les siècles précédents, et enfin sur les épidémies d'apoplexie. Toutes ces recherches dénotent un esprit judicieux et des connaissances étendues sur l'état actuel de la science en ce qui regarde les causes très-diverses des morts subites.

Dr H.-C. Lombard.

Th. von Siebold. Ueber Zwitterbienen. Sur des abeilles hermaphrodites. (*Zeitschrift für wiss. Zoologie*, XIV, p. 73, 1864.)

Un apiculteur intelligent de Constance, M. Engster, a été frappé depuis quatre ans déjà de la production abondante d'abeilles androgynes dans une ruche Dzierzon habitée par des abeilles de la variété italique. Des monstruosités analogues ont déjà été quelquefois mentionnées. Dès le commencement de ce siècle, un maître d'école, nommé Lukas, en décrivit sous le nom de faux-bourdons à aiguillon (Stacheldrohnen), mais sa découverte fut taxée de fable, et ce n'est que récemment que MM. Dœnhoff et Menzel ont distingué quelques abeilles hermaphrodites. Aussi sommes-nous heureux de voir un homme aussi compétent que M. de Siebold aborder l'étude des abeilles hermaphrodites avec de riches matériaux, d'autant plus que M. Dœnhoff attribue

aux individus disséqués par lui des organes générateurs mâles complets, tandis que M. Menzel a toujours trouvé ces organes atrophiés.

En désaccord avec ses prédécesseurs, M. de Siebold a trouvé chez les abeilles androgynes un mélange des caractères sexuels non-seulement dans les organes qui ne sont pas directement liés à la reproduction, mais encore dans l'appareil générateur lui-même. Du reste, le mélange de ces caractères varie beaucoup avec les individus. Il se manifeste tantôt dans la partie antérieure seulement, tantôt dans la partie postérieure, tantôt dans le corps tout entier, tantôt enfin dans quelques organes seulement. Certains individus présentent du côté droit les caractères d'un faux-bourdon, du côté gauche ceux d'une abeille D'autres sont faux-bourdons en avant et ouvrières en arrière. L'intercalation de parties sexuellement différentes suit quelquefois une marche fort bizarre. Enfin chez quelques individus l'hermaphrodisme se borne à l'emprunt des caractères d'un seul organe (mâchoires, yeux, antennes ou pieds) à l'autre sexe.

L'organisation interne présente des anomalies du même genre, mais l'hermaphrodisme des organes générateurs est rarement en rapport avec celui des organes extérieurs. L'aiguillon avec sa vessie et sa glande du venin est bien développé chez les hermaphrodites à abdomen d'ouvrières. Il est mou et déformé chez ceux dont l'abdomen rappelle celui des faux-bourdons. L'oviducte est souvent muni d'un réceptacle à semence toujours vide. Les ovaires sont formés de quelques tubes toujours vides d'œufs. Chez les hermaphrodites dont l'abdomen offre entièrement la forme particulière aux faux-bourdons, l'appareil copulateur existe dans toute sa complication ordinaire ; le canal déférent et les testicules sont aussi bien conformés, et ces derniers sont pleins de zoospermes.

Une forme fréquente d'hermaphrodisme consiste en la présence simultanée de chaque côté de quelques boyaux testiculaires et de quelques tubes ovariques, tandis que l'épididyme et l'appareil co-

pulateur mâle sont bien développés et qu'il existe un appareil à venin imparfait. Dans ce cas il se forme bien des zoospermes, mais pas d'ovules. Nous renvoyons à l'original pour le détail d'autres formes d'hermaphrodisme.

Il est intéressant de noter que ces hermaphrodites sont saisis, au moment où ils sortent de leur cellule, par les ouvrières, qui les jettent sans pitié hors de la ruche. Leurs tégments étant encore mous, ces individus ne peuvent s'envoler, et ils ne tardent pas à périr. La reine de cette ruche est une italienne pur sang, âgée de 5 ans, et n'offre extérieurement rien d'anormal.

M. de Siebold, sans pouvoir expliquer d'une manière positive la formation de ces hermaphrodites, ne pense pas que ce phénomène soit en contradiction avec la théorie parthénogénétique de Dzierzon. Tandis que chez les autres animaux la semence fécondante donne l'impulsion au développement de l'œuf, l'influence de la semence du faux-bourdon a pour but d'imprimer le caractère féminin au développement des œufs, lesquels, sans fécondation, produiraient des individus mâles. Or, M. de Siebold pense qu'on a le droit d'admettre qu'une certaine quantité minimale de semence est nécessaire pour féconder un œuf. Chez la plupart des animaux, une quantité de semence inférieure à ce minimum n'exerce naturellement aucune action, et l'œuf ne se développe pas ; mais chez les abeilles, dont l'œuf est susceptible de développement sans fécondation , les choses doivent se passer autrement. La fécondation transforme normalement l'œuf masculin de l'abeille en œuf féminin. Cette transformation exige vraisemblablement l'action d'un certain nombre de zoospermes, mais si quelque circonstance fortuite empêche la quantité nécessaire de zoospermes de pénétrer dans le vitellus, l'œuf, sans être complétement transformé en œuf femelle , sera cependant troublé dans son développement de manière à produire un mélange des caractères des deux sexes.

Telle est la théorie que M. de Siebold propose pour expliquer cette singulière production d'hermaphrodites. Elle est certaine-

ment séduisante, bien qu'elle pût faire supposer l'apparition d'abeilles androgynes plus fréquente qu'elle ne l'est en réalité.

Th. de Siebold. Die Süsswasserfische von Mitteleuropa. Les poissons d'eau douce du centre de l'Europe. Gr. in-8°, 432 p. Leipzig, 1863.

L'ouvrage de M. de Siebold sur les poissons de l'Europe est le résultat de recherches soutenues pendant plusieurs années. Dans le principe, l'auteur devait se borner à l'étude des poissons de la Bavière. Mais ce pays renfermant les sources de rivières appartenant à des bassins hydrographiques très différents, il fut bientôt nécessaire d'étendre les limites de la région étudiée et d'y faire rentrer tout le sud de l'Allemagne et la plus grande partie de la Suisse. Il est à peine besoin de dire que l'auteur a dû étudier soigneusement comme point de comparaison les faunes ichthyologiques d'une grande partie de l'Europe.

Le résultat de huit ans d'études n'a point été pour M. de Siebold un enrichissement de la faune du centre de l'Europe. C'est à peine s'il y a ajouté une seule espèce. En revanche il a fait disparaître un grand nombre d'espèces prétendues, inscrites dans le catalogue de la science. En rayant ces espèces, M. de Siebold s'est trouvé souvent en contradiction avec des autorités de premier ordre, comme un Agassiz, un Valenciennes, un Bonaparte, un Heckel; aussi n'est-ce pas à la légère qu'il s'est permis ces suppressions. Si les catalogues ichthyologiques ont été surchargés de mauvaises espèces, cela tient à des causes diverses. D'abord les zoologistes ont augmenté outre mesure le nombre des genres et ceux-ci se trouvant basés sur des caractères incertains, on a vu souvent une seule espèce être divisée en deux ou même être répartie en deux genres différents. C'est ainsi, pour en citer un exemple, que M. Valenciennes a basé les genres *Salar* et *Fario* sur des caractères de dentition vomérienne qui varient avec l'âge. Il appartenait à M. de Siebold de rétablir le désordre causé par cette erreur dans la classification des Salmonides.

Une autre cause de la multiplication anormale des espèces gît dans la méthode d'étude qui a trop souvent prévalu en ichthyologie. Trop souvent on a basé de nouvelles espèces sur des échantillons altérés par l'alcool. En outre, on a trop négligé l'étude de la vie même des poissons et particulièrement des phénomènes relatifs à leur reproduction et à leur développement. Le même individu observé à l'époque du rut et dans un autre temps de l'année doit être rapporté souvent à deux espèces distinctes des auteurs. Les ichthyologistes récents ont aussi accordé beaucoup trop d'importance à certaines différences dans les contours extérieurs du poisson, dans la longueur et la largeur relatives du corps considéré dans son entier ou dans ses parties, etc. Souvent un simple allongement du corps, une inclinaison plus ou moins grande du maxillaire inférieur, un plus grand diamètre des yeux ont suffi pour caractériser des espèces, espèces qui n'ont pu tenir devant la critique de M. de Siebold, basée sur de riches séries d'exemplaires. L'auteur montre que les dimensions relatives des différentes parties du corps des poissons sont soumises à de nombreuses variations chez une seule et même espèce. Ces variations résultent de l'action de la composition chimique de l'eau, de la nourriture et d'autres conditions locales. Souvent une nourriture abondante, par exemple, favorise le développement de la chair : il en résulte que le dos s'élève subitement derrière l'occiput et que la tête paraît plus petite et comme séparée par un étranglement du reste du corps. La rareté de la nourriture, au contraire, produit en apparence un développement exagéré des os; la tête frappe alors par sa grosseur comparativement au corps amaigri ou même déformé. Les variations de profil sur lesquelles M. Heckel et d'autres ont basé tant d'espèces accompagnent souvent l'époque de la reproduction. A ce moment, les poissons sont fort gras et le rapport de la hauteur à la longueur est tout autre qu'après l'époque du frai.

M. de Siebold a le mérite d'avoir le premier attiré l'attention, chez plusieurs espèces, sur un phénomène qui a donné lieu à plus

d'une erreur systématique. Nous voulons parler de l'existence de poissons qui restent stériles toute leur vie durant. Ces poissons croissent avec un profil très-différent de celui des individus féconds de la même espèce et ils offrent un facies tout particulier. Ces formes stériles sont bien connues des pêcheurs qui les considèrent, eux aussi, comme des espèces particulières. A l'époque du rut on les reconnaît facilement à l'absence soit du développement des ovaires ou des testicules, soit des autres caractères extérieurs du rut tels que la coloration, le développement extraordinaire des nageoires, des excroissances cutanées, etc. Ces formes stériles sont tout particulièrement estimées sur les marchés, parce qu'elles sont grasses et bien nourries toute l'année, tandis que les formes fécondes sont sujettes à maigrir après l'époque du rut, époque pendant laquelle elles ne prennent pas de nourriture.

M. de Siebold a évité de baser les espèces sur des caractères de coloration. En effet, beaucoup de poissons sont sujets à changer de couleur, grâce à l'existence de chromatophores contractiles dans leur peau. Les chromatophores noirs ont une forme étoilée; les rouges, qui sont plus petits, n'ont pas une forme aussi élégante, mais les uns et les autres peuvent se contracter au point qu'une place, d'abord noire ou rouge, devienne pâle ou même incolore. Déjà M. Agassiz a remarqué que certains poissons (*Aspro Zingel*, *Salmo Fario*, *Lota fluviatilis*, *Silurus glanis*), après de vifs mouvements pour échapper aux poursuites du pêcheur, prennent une couleur vive qui disparaît immédiatement, au point que ces animaux deviennent incolores. Ces observations et d'autres analogues d'autres auteurs trouvent leur explication dans l'existence de ces chromatophores. Les couleurs brillantes que certains poissons présentent à l'époque du rut reposent sur la grande expansion de ces petits organe Lorsque les poissons meurent, les chromatophores noirs se contractent complétement et la couleur pâlit. Si la mort a eu lieu rapidement, on peut faire reparaître la couleur à l'aide d'une action mécanique portée sur la peau.

M. de Siebold cite quelques exemples, fort rares, il est vrai, d'une décoloration tenant à une cause bien différente. Ce sont des cas de véritable leucæthiopie (albinisme). Enfin il cite des exemples d'une décoloration pathologique d'une autre espèce à laquelle il donne le nom d'*alampie* (manque d'éclat). Les poissons alampiques ne présentent aucune trace de l'éclat argenté si ordinaire chez les poissons. Ils sont, en effet, entièrement dépourvus de ces plaques cristallines hexagonales et microscopiques qui recouvrent la face postérieure des écailles, des opercules, de l'iris, ainsi que la surface interne de la cavité abdominale. Les poissons alampiques ont en général une couleur rougeâtre provenant des tissus vus à travers les écailles translucides.

Une observation importante de M. de Siebold est relative à la production naturelle de bâtards entre diverses espèces. L'existance de ces poissons bâtards est incontestable. Ce sont des formes relativement rares, mais cependant bien connues des pêcheurs qui parfois même ont reconnu leur véritable nature. Ce sont autant d'espèces et même de genres à rayer des catalogues ichthyologiques. Tels sont en particulier le *Carpio Kollarii* (bâtard du *Cyprinus Carpio* et du *Carassius vulgaris*), l'*Abramidopsis Leuckartii*, le *Bliccopsis abramo-rutilus* (ces deux prétendues espèces résultent du croisement de l'*Abramis Brama* ou du *Blicca Bjærkna* d'une part, avec le *Scardinius erythrophthalmus* et du *Leuciscus rutilus* d'autre part), l'*Alburnus dolobratus* (bâtard de l'*Alburnus lucidus* et du *Squallius cephalus*), le *Chondrostoma Rysela* (bâtard du *Chondostoma nasus* et du *Telestes Agassizii*) et quelques autres formes. Chez ces Cyprinoïdes on remarque que les formules dentaires des os pharyngiens inférieurs sont très-inconstantes et que même fréquemment le côté droit ne compte pas le même nombre de dents que le côté gauche. On ne sait malheureusement pas encore si ces formes bâtardes sont fécondes ou non.

Il nous est malheureusement impossible dans cette trop courte revue d'aborder la partie spéciale de l'ouvrage. Nous noterons

seulement en passant que M. de Siebold confirme entièrement les belles observations de M. Auguste Müller, desquelles il résulte que l'*Ammocœtes branchialis* n'est que la larve du *Petromyzon Planeri*.

L'ouvrage de M. de Siebold restera certainement comme un des plus beaux monuments de la zoologie actuelle.

Em. DuBois Reymond. Ueber das Gesetz..... Sur la loi du courant musculaire étudié plus particulièrement a l'aide du gastrocnémien de la grenouille (*Archiv für Anatomie und Physiologie*, 1863, p. 521).

M. Julius Budge publia en 1861 un mémoire intitulé : *Preuves que la loi de DuBois, relative au courant musculaire, est insoutenable*. Dans ce travail, M. Budge ne laisse rien subsister de la loi du courant musculaire que la positivité de la section longitudinale relativement à la section transversale artificielle. Il donne au courant ainsi obtenu le nom de courant musculaire *artificiel*. Il conteste que les expansions tendineuses puissent être considérées comme des sections transversales naturelles des muscles et qu'elles soient négatives relativement à la section longitudinale. Il rapporte les effets observés sur un muscle intact à ce qu'il appelle *l'antagonisme polaire* de ses deux extrémités, antagonisme par suite duquel, de deux points d'un muscle comme le gastrocnémien, le supérieur est toujours positif relativement à l'inférieur, et cela d'autant plus que ces deux points sont plus éloignés l'un de l'autre. C'est là ce que M. Budge appelle le courant musculaire *naturel*. Il considère les courants qui vont de la section longitudinale à la section transversale artificielle d'un muscle, comme la somme algébrique de ces deux courants.

Jusqu'ici M. DuBois-Reymond n'avait pas relevé le gant qui lui avait été jeté : le travail de M. Budge renfermait, à ses yeux, des erreurs trop manifestes pour pouvoir ébranler sérieusement une loi établie par des recherches qui ont justement mérité l'ad-

miration du monde savant. Toutefois plusieurs physiologistes paraissant aujourd'hui tenir compte des attaques de M. Budge, M. DuBois s'est décidé à les réfuter sérieusement. Sa plume sarcastique et mordante n'a pas toujours ménagé son adversaire, mais il est difficile de s'en étonner en face de quelques bévues fondamentales commises par celui-ci. C'est ainsi que pour éviter la polarisation des électrodes, il ne se contente pas d'employer des plaques de zinc amalgamé plongeant dans une solution concentrée de sulfate de zinc, mais il remplace en outre les fils de cuivre du circuit par des fils de zinc amalgamé. Cette précaution qui dénote une ignorance complète des causes de la polarisation des électrodes, a été une source de difficultés pour M. Budge à cause de la fragilité des fils de zinc amalgamé.

D'ailleurs M. DuBois remarque avec raison que la théorie des courants musculaires, telle que l'expose M. Budge, n'est point neuve. *L'antagonisme polaire* des deux extrémités du gastrocnémien n'est pas autre chose que le courant propre de la grenouille de M. Matteucci, que ce dernier a depuis longtemps ramené à sa juste valeur.

M. Budge dans ses recherches s'est servi exclusivement du gastrocnémien, parce que ce muscle a été utilisé par tous les expérimentateurs à partir de M. DuBois ; mais c'est là précisément, comme le remarque M. DuBois-Reymond, la cause de toutes ces erreurs. Il s'est bien servi lui-même à satiété de ce muscle pour étudier l'influence de la contraction, de l'extension, de la compression, de la température, etc., etc., sur l'intensité du courant musculaire, mais il a insisté déjà dans ses *Recherches sur l'électricité animale* sur ce fait que le gastrocnémien ne peut servir à établir la loi du courant musculaire. Cette, loi telle que M. DuBois l'a formulée, s'applique à un muscle schématique ayant la forme d'un cylindre dont le manteau représente la section longitudinale positive et les bases les deux sections transversales négatives. Il faut donc pour trouver la loi vérifiée s'adresser à des muscles qui ne s'éloignent point trop de ce schème.

Or tel n'est point le cas du gastrocnémien. Les faisceaux musculaires de ce muscle sont de longueurs et de directions très-différentes. Les deux extrémités du muscle sont entièrement dissemblables : le tendon d'Achille s'étend en membrane aponévrotique (*Miroir d'Achille* de M. DuBois) sur une grande partie de la surface dorsale du gastrocnémien. Le tendon supérieur est double, et, au lieu de s'étendre à la surface du muscle, il pénètre dans l'intérieur pour y former une cloison aponévrotique. M. DuBois montre que, grâce à cette structure, le gastrocnémien, considéré comme électro-moteur, n'est point construit sur le type péripolaire comme les muscles réguliers, mais sur un type bipolaire. On peut comparer, en effet, le gastrocnémien à un muscle cylindrique qu'on aurait replié de manière à appliquer ses deux moitiés l'une contre l'autre comme les deux branches d'un compas et qu'on aurait coupées obliquement en travers. Il est évident que dans un muscle ainsi traité, les deux sections transversales seraient juxtaposées sur un même plan. Les points de l'équateur de la section longitudinale se trouvent maintenant placés à l'endroit où le muscle a été replié. Le gastrocnémien étant construit d'après ce type, les deux moitiés du miroir d'Achille correspondent aux deux sections transversales juxtaposées et l'équateur du gastrocnémien, s'il est possible d'employer ici encore ce terme, doit être cherché sur le pourtour de la cloison aponévrotique.

La structure du gastrocnémien une fois élucidée, il devient possible d'en déduire l'état électrique de ce muscle d'après la loi du courant musculaire. M. DuBois déduit en effet *a priori* les phénomènes électriques présentés par ce muscle et montre que ces phénomènes, dont il avait déjà fait connaître plusieurs précédemment, concordent entièrement avec ceux observés par M. Budge. L'expérience lui a révélé cependant certaines particularités dans l'action électro-motrice du gastrocnémien, particularités qui semblent, au premier abord, être en dehors de la loi du courant musculaire et qui ont échappé entièrement à l'at-

tention de M. Budge : ainsi, lorsque les deux pointes de l'arc dérivateur sont placées sur le miroir d'Achille dans des positions symétriques par rapport au centre de ce miroir, le courant doit être nul, conformément à la théorie, tandis que pour toute autre position des pointes on devrait obtenir un faible courant dirigé vers la pointe la plus rapprochée de la section longitudinale. Le premier cas se trouve bien vérifié par l'expérience, mais pour d'autres positions des pointes le courant obtenu est trop fort ou trop faible, et il peut même arriver que la pointe la plus rapprochée de la section longitudinale ne soit pas la positive. Des anomalies analogues s'observent lorsque l'on place les pointes des deux extrémités de l'arc sur deux points de la section longitudinale. Chose plus étrange encore, lorsque l'arc s'appuie d'une part sur la section longitudinale, d'autre part sur la section transversale, on obtient le plus souvent un courant ascendant, c'est-à-dire que la section longitudinale se trouve être non positive, mais négative, relativement à la section transversale. Il ne s'agit point là d'un renversement de l'antagonisme entre les deux sections par la couche parélectronomique, comme on pourrait le croire au premier abord. Toutes ces irrégularités dans l'état électromoteur du muscle semblent plutôt pouvoir s'expliquer par l'existence d'un courant ascendant qui s'additionnerait algébriquement au courant musculaire, de la même manière que l'accroissement électrotonique s'ajoute au courant nerveux primaire, augmentant son intensité, s'il est ascendant, et la diminuant, s'il est descendant. Il est impossible, en face de ces faits, de ne pas songer à un phénomène que M. DuBois a déjà reconnu dans ses recherches sur l'électricité animale ne pouvoir s'expliquer suffisamment par la loi du courant musculaire. Nous voulons parler de la grande intensité du courant ascendant obtenu lorsqu'on touche le tendon principal supérieur du gastrocnémien avec l'un des fils du multiplicateur et le tendon d'Achille avec l'autre. C'est même cette grande intensité qui avait conduit M. Matteucci à imaginer son *courant propre* ressuscité par M. Budge.

Toutefois, avant de se prononcer en faveur de ce courant propre, M. DuBois recherche quelle part l'arrangement particulier des faisceaux musculaires du gastrocnémien pourrait avoir aux actions irrégulières de ce muscle. Il montre que ces actions électro-motrices ne sont point spéciales au gastrocnémien, car on peut les reproduire chez un muscle à fibres régulièrement disposées, pourvu qu'on taille ce muscle de manière à lui donner une forme comparable à celle du gastrocnémien. Sans doute il n'est pas possible de reproduire entièrement cette forme avec sa structure ; toutefois M. DuBois a recours à des rhombes musculaires parce que le type du gastrocnémien est théoriquement réductible à une forme rhomboïdale. Or le rhombe musculaire reproduit les mêmes anomalies de l'état électrique que nous avons signalées pour le gastrocnémien. On peut se représenter ces anomalies comme résultant de courants qui sur les quatre côtés du rhombe s'ajouteraient aux courants ordinaires ; ces courants circuleraient dans l'arc conducteur de l'angle ouvert à l'angle aigu. L'auteur leur donne le nom de courant d'inclinaison (Neigungsströme) parce qu'ils se manifestent avec l'obliquité de la section transversale relativement à l'axe du faisceau musculaire. Ces courants peuvent être observés aussi à l'aide des modèles de muscles à éléments de zinc et de cuivre que M. DuBois a décrits dans ses *Recherches*.

M. DuBois a cherché à rendre compte théoriquement de ces courants d'inclinaison, mais il a dû faire précéder cette exposition de considérations intéressantes sur la théorie des courants musculaires et nerveux. Dans ses *Recherches*, après avoir cru reconnaître l'existence de faibles courants allant de la section longitudinale à la section transversale dans les modèles métalliques de muscles, M. DuBois tenta d'expliquer ces courants en admettant que soit dans les muscles et les nerfs, soit dans les modèles métalliques, il avait affaire à des molécules péripolaires ou à des groupes de molécules de force égale et constante. Depuis lors M. Helmholtz a montré que cette hypothèse ne saurait

rendre compte des courants faibles dirigés de la section longitudinale à la section transversale, et en effet, M. DuBois a reconnu que les courants observés dans les modèles étaient dus à la polarisation de l'appareil. Il n'en est pas moins constant que des courants faibles sont fournis par les muscles et les nerfs. La production de ces courants peut s'expliquer de différentes manières. M. DuBois a déjà montré précédemment qu'elle peut s'expliquer par l'hypothèse d'un muscle formé de molécules de force égale et constante, recouvert par une couche indifférente. Cette couche est alors parcourue par un courant, dirigé de la section longitudinale à la section transversale, analogue à celui qui parcourt un conducteur humide formant une couche sur un cylindre de cuivre à manteau de zinc. Le périmysium, le périnèvre, le sarcolème et le névrilème pourraient être facilement invoqués comme formant cette couche indifférente. Mais M. Helmholtz a montré que l'existence de ces courants peut s'expliquer d'une autre manière encore. Il suffit pour cela d'admettre que la couche superficielle des deux sections possède un pouvoir électro-moteur plus faible que les parties plus profondes. Il est, il est vrai, invraisemblable que pendant la vie les couches superficielles des organes agissent moins énergiquement que les profondes. Toutefois, dans les expériences, les parties superficielles exposées à l'évaporation, à l'action de l'air et de liquides divers doivent perdre de leur pouvoir électro-moteur. Quoi qu'il en soit, on voit qu'il ne manque pas de causes auxquelles on puisse attribuer le courant de la section longitudinale à la section transversale dans les électromoteurs animaux.

Dans l'application de cette manière de voir aux rhombes musculaires on est conduit à chercher la cause de la moindre négativité des sections transversales obliques. M. DuBois montre que cette moindre négativité dérive d'une immixtion de la section longitudinale, relativement positive, dans la section transversale. Cette immixtion peut résulter, soit de ce que les faisceaux musculaires étant coupés perpendiculairement à leur axe se dé-

passent les uns les autres en escalier, soit de ce que ces faisceaux sont coupés obliquement, auquel cas toutes ces extrémités sont dans un même plan : celui de la section transversale générale.

Pour en revenir aux courants d'inclinaison, ils appartiennent évidemment à la même catégorie que les courants faibles des sections longitudinale et transversale, sinon au point de vue de l'intensité, puisqu'ils sont parfois plus forts que ces courants, du moins en ce sens qu'ils cheminent dans un circuit dont les extrémités touchent toutes deux, ou bien à la section longitudinale, ou bien à la section transversale. Leur apparition dans l'arc métallique présuppose donc, comme ces courants faibles, un courant circulant dans la masse du muscle, courant dont ils sont dérivés. On pourrait croire que ce courant implique, lui aussi, une couche absolument ou relativement inactive, jouant le rôle d'un arc qui réunirait deux régions dissemblables du muscle. Cependant M. DuBois pense pouvoir expliquer autrement la naissance de ces courants. Recourant à sa théorie de la structure des muscles en molécules péripolaires (formées chacune par un groupe de molécules bipolaires), il montre que cette structure suffit à rendre compte des courants d'inclinaison, sans qu'il soit nécessaire de recourir à l'influence d'une couche indifférente. Cette couche n'a ici d'intérêt que parce que les courants dirigés de la section longitudinale à la section transversale qui la traversent, s'additionnent algébriquement avec les courants d'inclinaison. Ces courants d'inclinaisons qui se sont d'abord présentés à M. DuBois comme une perturbation des courants, plus anciennement connus, qui cheminent de la section longitudinale à la section transversale, ces courants ont en réalité une importance plus grande que ceux-ci, puisque leur naissance ne présuppose pas l'altération d'une couche superficielle. Dans le conflit des courants d'inclinaison avec les courants musculaires ordinaires, ce sont tantôt les uns, tantôt les autres qui l'emportent. Ce fait s'explique, soit par le degré variable d'inclinaison des sections transversales obliques, soit par l'état variable de la couche plus ou

moins indifférente que nous supposons exister à la surface du muscle, couche à la puissance et au pouvoir conducteur de laquelle sont dus les courants musculaires ordinaires.

En essayant de répéter ces observations au moyen des modèles métalliques, M. DuBois a dû reconnaître que sa tentative d'élucider à l'aide de ces modèles les effets électro-moteurs des muscles a échoué. En effet l'emploi de ces modèles, en introduisant des conditions perturbantes (polarisation, etc.) étrangères aux muscles, loin de jeter de la lumière sur les phénomènes présentés par les muscles véritables ne fait qu'en augmenter l'obscurité.

Dans tous les cas, M. DuBois pense que sa théorie moléculaire de la naissance des courants électro-animaux peut rendre aussi bien compte des courants d'inclinaison que de tant d'autres phénomènes. Ces courants expliquent d'ailleurs, comme l'auteur le montre, les effets électro-moteurs particuliers du gastrocnémien de la grenouille, que nous avons signalés plus haut, à peu près complétement. Nous disons *à peu près*, car il subsiste toujours certaines anomalies de l'état électro-moteur du gastrocnémien, anomalies que M. DuBois montre avoir leur source dans une parélectronomie de la cloison aponévrotique du muscle. Le courant ascendant intense du gastrocnémien, dont la signification a été si longtemps problématique pour M. DuBois, trouve maintenant son explication. Ce courant, déjà observé par Galvani dans sa célèbre contraction sans métaux n'est pas autre chose qu'un courant d'inclinaison dirigé de la section longitudinale neutre à l'angle aigu négatif du rhombe musculaire, naturel et imparfait, représenté par le gastrocnémien.

L'état parélectronomique de l'extrémité supérieure des fibres du gastrocnémien attachées à la cloison aponévrotique intramusculaire, n'est point purement hypothétique. M. DuBois réussit à déchirer le muscle en deux moitiés suivant le plan de la cloison. La surface de la cloison devient dès lors accessible à

l'expérience, et c'est par ce moyen que M. DuBois a pu en confirmer expérimentalement la parélectronomie.

Remarquons en terminant que les particularités signalées plus haut dans l'état électro-moteur du gastrocnémien de la grenouille ne sont point entièrement spéciales à ce muscle. Elles se retrouvent dans la tête la plus interne du *triceps femoris*, Cuv., muscle qui, selon M. DuBois, présente à peu près exactement la même structure que le gastrocnémien.

BOTANIQUE.

Dr Engelman. Sur la pulpe des fruits de Cactus et de Ribes (*Trans. Acad. Sc. of St-Louis*, 1861 et 1862).

Dans la séance du 7 octobre 1861 de l'Académie des Sciences de St-Louis, M. le Dr Engelmann a communiqué des observations et de nombreux dessins concernant la pulpe des *Cactus*. Zuccarini avait avancé, dès 1845 (*Plant. nov. fasc.* 5, p. 34), que dans les Cactacées et les Cucurbitacées les funicules entraient dans la formation de la pulpe. Schleiden (*Grundzüge*, ed. 3, p. 408) attribue la pulpe des *Mammillaria* à un arille se dissolvant en cellules juteuses isolées. Gasparrini (*Osserv.* 1853, p. 20) considère aussi la pulpe des *Opuntia* comme une sorte d'arille. « J'étais arrivé depuis longtemps à la conclusion, surtout d'après les fruits un peu secs du *Cereus cæspitosus* et de l'*Echinocactus setispinus*, que les funicules à eux seuls constituent la pulpe, et dans mes *Cactaceæ Mexic. Bound*, t. 20, fig. 12, j'avais représenté les funicules grossis dans cette dernière plante [1].

« Le fruit des *Cactus* est ordinairement charnu ; on connaît seulement quelques *Echinocactus* et *Opuntia* ayant des fruits secs. Les baies se composent des parois charnues, provenant des car-

[1] Nous avons traduit textuellement pour montrer que l'auteur américain n'a pas eu connaissance du travail important de M. J.-E. Planchon sur les vrais et les faux arilles (in-4°, Montpellier, 1844).

pelles et du calyce adhérents (partie de la tige, selon Zuccarini), unis ensemble en une masse homogène, plus d'une pulpe dans laquelle les graines sont enchâssées. Dans certaines espèces, le parenchyme des parois, dans d'autres la masse pulpeuse sont les parties prépondérantes. *La pulpe est toujours le produit du funicule ou de ses appendices.* Le funicule, même à l'époque de la floraison, porte du côté intérieur une touffe de fibres transparentes, de 0,01 à 0,10 ligne de longueur ; à la maturation, ces fibres augmentent et tout le tissu cellulaire du funicule devient en quelque sorte hypertrophié ; chaque cellule s'enfle et se remplit d'un suc doux et rougeâtre ; enfin les cellules, dans la plupart des espèces, se séparent les unes des autres et laissent les graines flottantes dans la pulpe, avec de minces trachées pour seuls points d'attache. Le volume des funicules, relativement à celui des graines, diffère selon les espèces : dans le *Lepismium Myosurus*, il est de $^1/_6$ à $^1/_8$ de la graine ; dans le *Mamillaria Nuttallii*, c'est peut-être moins encore ; tandis que dans d'autres *Mamillaria*, par exemple dans les *M. polythele* et *M. pusilla*, le volume du funicule est trois ou quatre fois celui de la graine. Dans les gros fruits comestibles de quelques *Cereus*, tels que *C. triangularis*, *grandiflorus*, *giganteus*, etc., les funicules forment de beaucoup la plus grande partie de la baie. Les cellules sont sphériques, ovales ou comprimées de diverses manières. Dans quelques espèces je les ai trouvées très-petites, de 0,01 à 0,05 ligne de longueur, tandis que chez d'autres elles sont de 0,1 à 0,2 et même 0,5 ligne.

« Le genre *Opuntia* offre ceci d'apparent que la superficie totale de la graine est couverte de cellules juteuses, qui l'emportent de beaucoup en grosseur et en quantité sur les cellules du funicule assez insignifiant. Mais comme l'enveloppe osseuse totale de la graine n'est qu'une extension du funicule (*Cact. Mexic. Bound.*, p. 76), le cas particulier rentre dans celui des Cactées en général[1]. La différence consiste uniquement dans la nature de l'arille,

[1] M. Planchon (*Mém.*, p. 11 et 21) appelle *faux arille*, *faux test*, ce qui recouvre les graines de l'*Opuntia*.

qui durcit et ne devient gros et pulpeux que par les cellules de l'épiderme. Peu de temps après la fécondation, ces cellules s'allongent graduellement, deviennent cylindriques, se séparent les unes des autres, et se dressent à la surface de la graine ; elles sont plus courtes, à peu près égales et tout à fait droites dans les jeunes graines, plus longues, capillaires et tordues dans divers sens sur et près de la fente (suivent quelques détails sur ces cellules dans diverses espèces d'*Opuntia*). Aucun développement analogue des cellules de l'épiderme ne se remarque dans les *Opuntia* à fruit sec, comme l'*O. Missourensis*, l'*O. clavata*, etc. La graine offre à cause de cela une surface plus blanche, polie, semblable à de l'ivoire, tandis que celle des espèces à fruit pulpeux est terne, presque rugueuse et pas aussi blanche.»

L'auteur a été conduit à examiner de la même manière les fruits de groseillers[1], car, dit-il, « c'est une chose singulière que des fruits aussi communs n'aient pas attiré jusqu'à présent l'attention des anatomistes. La seule allusion que j'aie trouvée dans les ouvrages[2] est celle de Schleiden (ed. 3, p. 408), que la pulpe des *Ribes* paraîtrait résulter de la destruction des cellules qui forment primitivement le test. » La pulpe des groseillers provient, d'après le Dr Engelmann, de l'arille et des cellules modifiées du test. L'arille des Ribes est, selon lui, une dilatation charnue ou juteuse du funicule ; dans le *R. rubrum*, très-courte, en forme de cupule lobée, souvent en cœur renversé, qui embrasse la base de la graine ; dans les *R. Grossularia* et *R. hirtellum*, plus grande, aussi étendue et quelquefois aussi grosse que la graine, entière et attachée au funicule tout du long du raphé. La substance de cet arille est plutôt ferme, composée de très-petites cellules, qui dans le *R. Grossularia* ont de 0,01 à 0,05 ligne de diamètre. Les arilles de plusieurs graines se soudent fréquemment. L'épiderme se présente comme une matière gélatineuse transparente qui en-

[1] Séance du 2 juin 1862.

[2] St-Hilaire, *Morphol.*, p. 751, Planchon, l. c., p. 11, refusent le nom d'arille à l'enveloppe des graines de Ribes.

veloppe la graine. Elle consiste en des cellules simples, prismatiques, à 5 ou 6 angles, contiguës entre elles, ordinairement pâles ou rosées. Dans quelques variétés cultivées, ces cellules peuvent se séparer, mais l'auteur ne l'a pas vu dans les échantillons qu'il a examinés. Le côté intérieur de la cavité des carpelles du *R. rubrum* présente un singulier dépôt de cellules ou parois de cellules crustacées, fragiles, striées, que l'auteur n'a pas remarqué dans d'autres espèces.

Distribution géographique actuelle des Equisétacées, d'après M. Milde.

La famille des Equisétacées ayant joué un grand rôle à l'époque de la houille, il est intéressant de savoir de quelle manière ses rares représentants sont distribués aujourd'hui à la surface de la terre. Une révision très-soignée des espèces vient d'être faite par M. J. Milde, et l'on trouve dans le *Journal of botany* du Dr Seemann un résumé de leur distribution géographique donné par le monographe lui-même.

Le nombre total des espèces actuelles est de 38, et elles appartiennent au seul genre Equisetum. Sur ce nombre, seulement 26 sont bien connues. Le continent américain renferme 21 espèces, dispersées dans les régions intertropicales et tempérées. Une seule est commune à l'Amérique septentrionale et l'Amérique méridionale. Quelques grandes espèces, hautes d'une dizaine de pieds, se trouvent au Brésil, au Pérou et dans le Mexique, elles rappellent les Equisétacées de l'époque carbonifère. Onze espèces se trouvent dans les régions chaudes ou tempérées de l'Asie, et plusieurs d'entre elles sont communes avec l'Europe. Les 13 espèces européennes se retrouvent en Asie ou dans le nord de l'Afrique, à l'exception de trois d'entre elles. On cite deux espèces au Cap de Bonne-Espérance, mais elles sont mal définies. Jusqu'à présent on n'en connaît aucune dans l'Afrique intertropicale ni en Australie. Ce dernier fait est curieux, car la végétation de la Nou-

velle-Hollande ressemble à celle de l'époque tertiaire et de l'époque crétacée, et si les Equisétacées abondaient surtout à l'époque plus ancienne carbonifère, elles ne manquaient pas aux époques subséquentes qui ont précédé la nôtre. Le sort de cette famille, qui a rivalisé jadis d'importance avec les Fougères et les Cycadées, aurait donc été bien différent au travers de la série des événements géologiques. Les Fougères sont demeurées abondantes dans les régions intertropicales chaudes et humides ; les Cycadées se retrouvent surtout au Cap et en Australie ; les Equisétacées, au contraire, sont rares ou manquent dans ces deux pays. Comme indice de l'ancienneté de quelques-unes de nos espèces actuelles d'Equisétacées, il faut remarquer l'étendue ordinairement très-grande de leur habitation. L'aire la plus vaste est celle de l'*Equisetum elongatum Willd*, qui existe du nord de l'Allemagne jusqu'au Chili.

TODARO. OSSERVAZIONI SOPRA, etc. OBSERVATIONS SUR LES ESPÈCES DE COTONNIER CULTIVÉES DANS LE JARDIN BOTANIQUE DE PALERME. Br. in-8°, 105 pages (*Journal de l'Institut royal d'encouragement en Sicile*).

Les environs de Palerme paraissent admirablement adaptés à la culture du coton. Climat analogue à celui de la Géorgie ou de la Caroline, sol profond, irrigation déjà établie, main d'œuvre assez économique, exportation facile, tout semble réuni, excepté peut-être le prix du terrain qui est élevé, dans les parties irrigables, à cause du voisinage d'une grande ville. L'impulsion donnée dans le monde entier aux essais de culture du coton, par une juste et naturelle conséquence des événements d'Amérique, devait se faire sentir très-vite à Palerme où des hommes fort éclairés dirigent la société appelée : Institut d'encouragement. On a profité de l'Exposition universelle de Londres, en 1862, pour réunir 210 paquets de graines de cotons de tous pays, lesquels joints à quelques espèces déjà cultivées dans les jardins du midi de l'Europe, ont permis de faire un essai instructif dans une localité

adjacente au Jardin botanique de Palerme, sous la direction du professeur Augustin Todaro. Le premier résultat obtenu a été une comparaison exacte des espèces ou variétés ainsi cultivées. Beaucoup d'entre elles n'étaient que des synonymes, des variétés insignifiantes d'espèces connues, ou des formes déjà décrites par les auteurs, mais mal nommées dans les jardins ou dont les caractères n'avaient pas été suffisamment étudiés.

M. Todaro s'est livré à un travail botanique d'un grand intérêt, vu la confusion qui règne dans les ouvrages sur les espèces du genre Gossypium. Il en compte 34 qu'il a pu examiner, dont une douzaine seraient nouvelles, sans parler de quelques variétés. Huit espèces de divers auteurs n'ont pas pu être classées, manque de renseignements. Les descriptions sont assez détaillées pour qu'on puisse les employer à déterminer dans les jardins les formes cultivées de Gossypium, et l'auteur annonce une continuation de ses études qui conduira probablement à des faits plus précis encore et plus complets. Quelques ouvrages essentiels lui manquaient, en 1863; ils ont dû lui parvenir depuis. D'ailleurs la succession des semis sera importante, au point de vue de la stabilité de certaines formes sous des conditions semblables de climat et de culture.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le Prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1864.

Le 1er, gelée blanche le matin.
7, id. minimum + 0°.9.
12, id. minimum + 2° 6.
13, id. minimum + 2°.2.
17, il a neigé sur les montagnes des environs jusqu'à la hauteur du petit Salève.
18, gelée blanche, minimum 0,0.
23, id. minimum + 1°,4.
24, faible gelée blanche, minimum + 3°,0 : halo solaire de 3 h. 15 m, à 4 h. 30 m. Couronne lunaire dans la soirée depuis 10 h. 30 m.
27, de midi 15 m. à midi 30 m , on voit l'arc tangent inférieur au halo ordinaire se détacher sur le bleu du ciel.
29, de 8 h. 45 m. à 9 h. 15 m. du matin, faible halo solaire.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 1, à 8 h. matin...	729,24	Le 1, à 10 h. soir	726,35
4, à 10 h matin...	729,41	5, à 6 h. matin....	727,66
6, à 10 h. matin...	729,88	11, à 2 h. soir.....	723,24
12, à 10 h. matin ...	726,00	15, à 6 h. soir.....	720,17
19, à 8 h. matin...	730,21	21, à 6 h. soir.....	722,64
23, à 10 h. matin...	731,54	29, à 4 h. soir.....	725,21

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la temp. normale.	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minimum	Fract. de saturation en millièmes. Maximum.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à midi
	millim.	millim	°	°	°	°	mm	mm.					mm.				°	°	pouces
1	728 09	+ 3,71	+ 6,80	+0,28	− 2,3	+12,1	4,32	−0,59	605	−118	410	910	.	..	SSO. 2	0,83	6,9	− 0,2	31,0
2	727,60	+ 3,25	+ 6,05	−0,60	+ 2,8	+10,2	4,51	−0,44	675	− 47	520	800	4.0	10	variable	0,79	6,8	− 0,3	31,0
3	728,82	+ 4,49	+ 6,68	−0,10	+ 3,1	+10,7	4,42	−0,57	632	− 89	430	820	..	..	NNE. 1	0,78	.	.. .	31,0
4	729,08	+ 4,77	+ 7,37	+0,45	+ 4.7	+10,9	6,70	+1,67	881	+161	720	960	1,2	5	variable	1,00	7,0	− 0,3	31,5
5	728,14	+ 3,85	+ 8,96	+1,90	+ 6,8	+12,7	7.69	+2,62	910	+190	760	940	1,0	4	variable	1,00	7,3	0,0	32,0
6	729,18	+ 4,91	+ 5,87	−1,33	+ 2,2	+10,9	4,28	−0,84	648	− 71	400	770	...	..	NNE. 2	0.24	7,4	0,0	32,5
7	728,85	+ 4,60	+ 6,23	−1,10	+ 0,9	+12,0	2,99	−2,18	469	−250	180	660	...	..	NNE. 2	0,20	7,7	+ 0,2	32,5
8	728,88	+ 4,65	+ 1,30	−6,17	− 2,0	+ 6.0	2,88	−2,33	617	−101	270	910	...	..	NNE. 3	0,10	5,9	− 1,6	33,0
9	727 44	+ 3,22	+ 4,74	−2,87	+ 0,7	+ 9,0	2,92	−2,34	499	−218	270	780	...	..	NNE. 3	0,23	5,3	− 2,3	33,0
10	724,62	+ 0,41	+ 7,80	+0 05	+ 3,0	+13.2	3,20	−2,11	440	−277	250	570	..	.	NNE. 2	0,18	...	....	33.0
11	724,54	+ 0,34	+ 8,98	+1,09	+ 2,0	+15,9	4,99	−0,37	606	−110	350	770	...	..	NNE. 2	0,03	7,7	− 0,1	33,0
12	725,50	+ 1,31	+ 9,27	+1,24	+ 2,6	+15,4	5,65	+0,24	670	− 46	450	910	..	..	N. 1	0,03	8,0	+ 0,2	31,5
13	724,20	+ 0,02	+10,15	+1,98	+ 2,2	+16,5	6,28	+0,82	685	− 31	470	950	...	..	N. 1	0,08	8,3	+ 0,4	31,0
14	722,26	− 1 92	+10,05	+1,74	+ 6,0	+15,3	5,19	−0,32	588	−128	470	640	...	..	N. 1	0,03	9,7	+ 1,7	31.5
15	721.86	− 2,32	+ 9,39	+0,94	+ 2,9	+16,0	5,33	−0,24	612	−103	400	730	..	..	N. 1	0,27	9,5	+ 1,4	32,0
16	721,71	− 2,47	+ 8,65	+0,06	+ 7,9	+11,9	8,03	+2,40	980	+265	790	1000	13,0	9	N. 1	1,00	9,4	+ 1,3	32,5
17	725,23	+ 1,05	+ 7,10	−1,63	+ 5,0	+11,9	5,40	−0,29	752	+ 37	470	950	10,5	9	SSO. 1	0,90	.	....	33,0
18	729,33	+ 5,15	+ 6,86	−2,02	0,0	+13,1	5.53	−0.22	747	+ 32	510	1000	...	..	N 1	0,04	8,8	+ 0,5	33.0
19	728,83	+ 4,65	+ 9,28	+0,26	+ 1,3	+15,9	5,46	−0,35	646	− 69	420	880	...	.	N. 1	0,00	9,3	+ 0.9	33,2
20	726,68	+ 2,49	+10,60	+1,44	+ 3,3	+17,5	5,47	−0,40	596	−119	400	89	.	..	N. 1	0,10	9,8	+ 1,4	33.5
21	724,06	− 0,14	+ 9,56	+0,25	+ 3.6	+15,0	4,90	−1,04	575	−140	410	820	...	..	N. 2	0,09	10,1	+ 1,6	33,5
22	726.73	+ 2,52	+ 8,53	−0,92	+ 3,4	+14,0	4,74	−1,26	600	−115	340	780	...	..	N. 1	0,00	10,7	+ 2,1	33.8
23	730,78	+ 6,56	+ 9,50	−0,10	+ 1,4	+16,0	5,08	−0,99	592	−123	400	830	..	..	N. 1	0,02	10,7	+ 2,0	34.1
24	729,14	+ 4,91	+11,45	+1,71	+ 3,0	+18,4	5,52	−0,62	568	−147	400	860	. .	..	N. 1	0.23	.	.....	34.2
25	729,48	+ 5,23	+13,28	+3,39	+ 4,6	+20,9	5,69	−0,52	533	−183	300	840	...	..	N 1	0,21	11,7	+ 2,9	35.0
26	729,53	+ 5,26	+14.97	+4,94	+ 6,1	+22,1	6,83	+0,55	565	−151	310	840	.	.	variable	0,10	11,8	+ 2.9	35.0
27	729,33	+ 5,04	+15,77	+5,59	+ 9,4	+23,8	6,93	+0,58	553	−163	310	720	0,1	1	variable	0,60	12,1	+ 3,1	35.0
28	727,27	+ 2.96	+11,95	+1,63	+ 8,6	+16,9	8,44	+2,02	828	+112	620	920	0.6	2	variable	0,90	11,9	+ 2,8	35.0
29	725,43	+ 1,09	+ 9.56	−0,91	+ 7,8	+14,0	7,02	+0,53	807	+ 91	610	840	2,4	4	variable	0,94	11,4	+ 2.2	35,3
30	728,34	+ 3,97	+10,11	−0,51	+ 6,8	+14,6	5,14	−1,42	591	−126	390	760	..	..	N. 1	0,19	11.6	+ 2,3	35,5

MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1864.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
				Baromètre.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	728,40	728,54	728,59	728,06	727,58	727,29	727,56	728,06	728,26
2e »	725,64	725,85	725,76	725,14	724,37	723,89	723,95	724,52	725,03
3e »	728,55	728,61	728,58	727,92	727,47	727,20	727,24	727,87	728,29
Mois	727,53	727,67	727,64	727,04	726,47	726,13	726,25	726,82	727,19
				Température.					
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	+ 2,88	+ 4,81	+ 7,02	+ 8,73	+ 9,75	+ 9,81	+ 8,55	+ 6,93	+ 5,76
2e »	+ 4,55	+ 7,90	+ 9,50	+11,61	+13,35	+13,36	+12,22	+10,26	+ 8,70
3e »	+ 6,59	+10,81	+13,27	+14,57	+15,04	+15,92	+14,97	+12,36	+10,28
Mois	+ 4,67	+ 7,84	+ 9,93	+11,63	+12,71	+13,03	+11,92	+ 9,85	+ 8,25
				Tension de la vapeur.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	4,49	4.47	4,54	4,54	4,39	4,30	4,11	4,35	4,73
2e »	5,41	5.73	5.63	5,84	5,87	5,74	5,94	6,02	5,87
3e »	5,95	6,33	6,06	6,15	6,34	5.70	6,00	5,92	6,24
Mois	5,28	5,51	5,41	5,51	5,53	5,25	5,35	5,43	5,63
				Fraction de saturation en millièmes.					
1re décade,	787	680	590	525	478	473	498	579	687
2e »	851	718	649	580	522	515	564	650	703
3e »	807	648	537	505	509	432	485	562	665
Mois	815	682	592	537	503	473	516	597	685

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moyenne du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		°	mm	p.
1re décade,	+ 1,99	+10,77	0,53	6,78	6,2	32 1
2e »	+ 3,32	+14,94	0,25	8,94	23,5	32.4
3e »	+ 5,47	+17,57	0,33	11,33	3,1	34,6
Mois	+ 3,59	+14,43	0,37	9.11	32,8	33,0

Dans ce mois, l'air a été calme 0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 3,52 à 1,00

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 3°,9 E. et son intensité est égale à 69 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'AVRIL 1864.

SAINT-BERNARD. — Avril 1864.

Jours du mois	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum	Température, C. Moyenne des 24 heures.	Température, C. Écart avec la température normale.	Température, C. Minimum.[1]	Température, C. Maximum.[1]	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures	Vent dominant	Clarté moy. du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	mm	mm			
1	562,24	+ 2,01	561,45	562,78	— 4,22	+ 1,54	— 9 5	+ 1,0	.....	....	.....	NE. 1	0,20
2	558,41	— 1,86	557,46	559,34	—10,42	— 4,78	—11,3	— 7,0	30	2,4	5	NE. 3	1,00
3	561,69	+ 1,38	560,47	562,94	— 8,70	— 3,17	—11,5	— 5,8	.....	.....	.....	NE. 1	0,94
4	563,67	+ 3,31	562,97	563,89	— 3,04	+ 2,37	— 5,4	+ 2,6	.....	....	.....	NE. 1	1,00
5	563.33	+ 2,92	562.65	564,05	— 3,52	+ 1,77	— 4,9	— 0,4	140	15,5	3	NE. 2	1,00
6	562,66	+ 2,21	562,36	562,97	— 7,80	— 2,63	— 9.0	— 5,1	...	.....	....	NE. 1	0,07
7	561.99	+ 1,49	561,43	562,53	— 7,29	— 2,24	— 9,2	— 4,2	.....	.....	.....	NE. 2	0,12
8	559,64	- 0,91	559,34	560.02	—11,41	— 6,48	—14,8	— 7,0	.....	.....	.....	NE. 2	0.04
9	560,41	— 0.19	560,26	560,68	— 8,33	— 3,52	—10,4	— 5,0	.....	.....	.....	NE. 1	0,24
10	559 89	— 0,77	558,99	560,82	— 5,46	— 0,78	— 7,1	— 2,9	.....	.....	.....	NE. 2	0,27
11	560,81	+ 0,10	560,22	561,45	— 4,71	— 0,16	— 7,5	— 1,4	.....	....	....	NE. 2	0,26
12	562,79	+ 2,02	561,57	563,67	— 0,76	+ 3,66	— 3.8	+ 2,0	...	.....	.....	NE. 1	0,00
13	562,51	+ 1,68	562,17	562,98	— 0,60	+ 3,69	— 2,4	+ 2,5	.....	.....	.....	NE. 1	0,02
14	560,77	— 0,12	560,57	560,93	+ 0,28	+ 4,44	— 3,1	+ 3,6	....	.....	.....	NE. 1	0,13
15	560,71	— 0,24	560,38	561,10	— 0,22	+ 3,81	— 2,9	+ 4,8	.....	.....	.....	NE. 1	0,43
16	559,83	— 1,18	559,68	560,15	— 1,41	+ 2,49	— 2,5	+ 1,9	10	1.9	5	NE. 1	1,00
17	559,70	— 1,38	559,05	560,74	— 5,59	— 1,83	— 8,8	— 1,3	60	6,7	10	NE. 1	1,00
18	564,57	+ 3,42	562,04	566,12	— 3,99	— 0,36	— 9,4	— 0,9	.....	.....	.....	NE. 1	0,00
19	566,13	+ 4,91	565,86	566,46	— 1,43	+ 2,07	— 5,3	+ 2,8	...	.....	.....	SO. 1	0,03
20	564.23	+ 2,94	563,68	564 86	— 0,81	+ 2,55	— 5,4	+ 3,0	.....	.....	.....	NE. 1	0,28
21	560,84	— 0,52	560,36	561,59	— 2,54	+ 0,68	— 4,3	+ 0,4	.....	.....	.....	NE. 1	0,61
22	563,27	+ 1,83	560,77	565.56	— 3,21	— 0,13	— 9,5	+ 0.3	.....	.....	.....	NE. 1	0.03
23	567,27	+ 5,76	566,43	567,87	— 0,67	+ 2,27	— 4,7	+ 2,6	.....	.....	.....	NE. 1	0,00
24	567 28	+ 5,69	566,93	568,02	+ 0,98	+ 3,78	— 4,3	+ 6,5	.....	.....	.....	SO. 1	0,09
25	568,36	+ 6,69	568,11	568,71	+ 0,35	+ 3,01	— 2,8	+ 4,8	.....	.....	.....	SO. 1	0,31
26	68,34	+ 6,59	568,00	568,59	+ 2,70	+ 5,22	+ 0.6	+ 8,2	.....	.....	.....	variable	0,11
27	567,62	+ 5.79	567,31	568,03	+ 1,39	+ 3,77	— 1,0	+ 4,1	.....	.....	.....	NE. 2	0,72
28	564,60	+ 2,68	563,58	565,87	— 0,31	+ 1,93	— 3,1	+ 4,6	.....	.....	.....	NE. 1	0,86
29	560,76	— 1,24	560,26	561,47	— 4,85	— 2,75	— 6,1	— 2,2	70	6,1	5	NE. 3	0,97
30	562,95	+ 0,86	561,59	564,24	— 5.02	— 3 07	— 6 1	— 2,6	.....	.....	.....	NE. 2	0,53

[1] Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. du matin à 10 h. du soir, les thermomètrographes étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1864.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s	8 h. s.	10 h. s.
	Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	561,05	561,20	561,35	561,47	561,35	561,30	561,48	561,74	561,78
2e »	561,80	561,95	562,16	562,27	562,17	562,15	562,30	562,62	562,60
3e »	564,87	564,98	565,15	565,16	565,04	565,02	565,15	565,42	565,56
Mois	562,57	562,71	562,89	562,97	562,85	562,82	562,98	563,26	563,31
	Température.								
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade,	— 8,46	— 6,12	— 5,02	— 3,99	— 4,61	— 5,51	— 6,67	— 8,13	— 8,08
2e »	— 4,45	— 1,75	— 0,63	+ 0,85	+ 1,09	+ 0,90	— 1,02	— 2,82	— 2,90
3e »	— 3,85	— 1,29	+ 0,71	+ 1,44	+ 2,52	+ 1,69	— 0,18	— 1,99	— 2,55
Mois	— 5,59	— 3,05	— 1,65	— 0,57	— 0,33	— 0,97	— 2,62	— 4,31	— 4,51

	Min. observé.[1]	Max. observé.[1]	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	mm
1re décade,	— 9,31	— 3,38	0,49	17,9	170
2e »	— 5,11	+ 1,70	0,31	8,6	70
3e »	— 4,13	+ 2,67	0,42	6,1	70
Mois	— 6,18	+ 0,33	0,41	32,6	310

Dans ce mois, l'air a été calme 13 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 12,62 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45°E., et son intensité est égale à 103 sur 100.

[1] Voir la note du tableau.

Fig. 1.

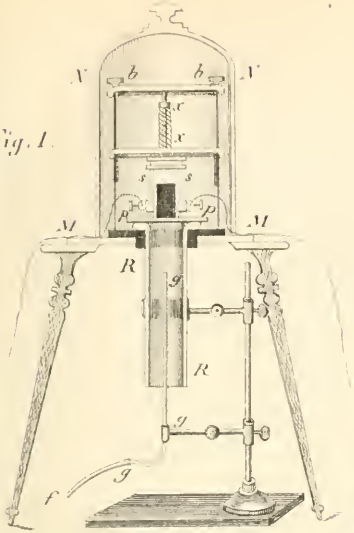


Fig 2.

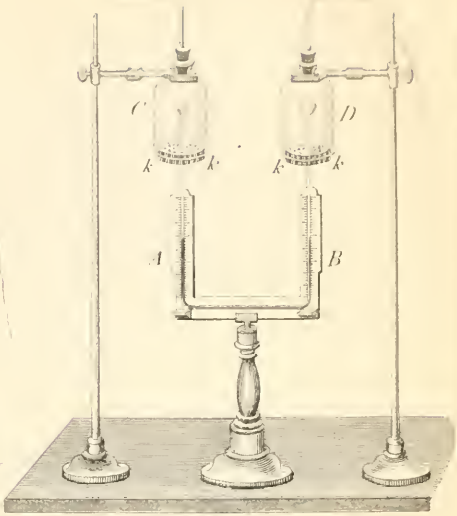


Fig. 3.

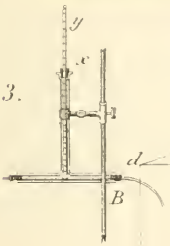
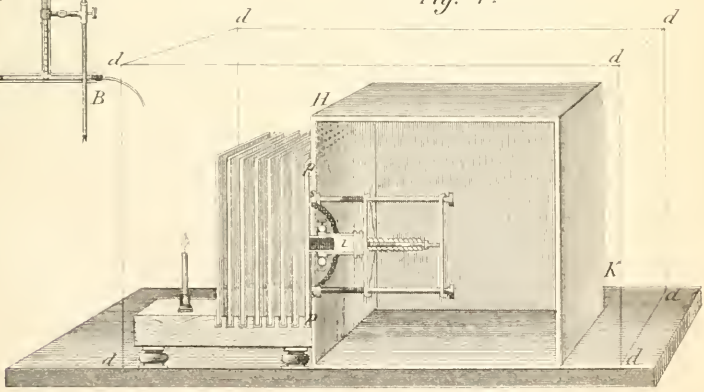
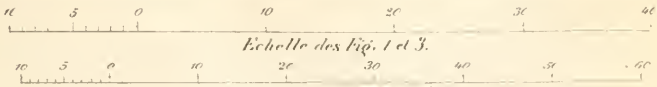
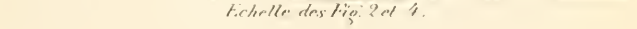


Fig. 4.





Echelle des Fig. 1 et 3.



Echelle des Fig. 2 et 4.

RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE

DE L'ANNÉE 1863

POUR GENÈVE ET LE GRAND SAINT-BERNARD

PAR

M. E. PLANTAMOUR

Professeur

Il n'a été introduit cette année aucun changement dans le plan des observations météorologiques faites dans les deux stations, ni dans la forme des tableaux mensuels publiés dans la *Bibliothèque universelle*; je me bornerai, par conséquent, à rassembler les résultats principaux de la même manière que dans les résumés des années précédentes.

Une course que j'ai faite au St-Bernard, à la fin de juillet, m'a fourni une occasion de comparer le baromètre de l'Hospice avec celui de l'Observatoire, et de vérifier ainsi les équations appliquées aux indications de ces deux instruments pour les ramener à la hauteur absolue. La correction appliquée à toutes les lectures du baromètre de Genève est de $+ 1^{mm},03$, et celle du baromètre du St-Bernard est de $- 0^{mm},35$; toutes les observations publiées dans les tableaux de la *Bibliothèque universelle* renferment ces corrections. Les comparaisons ont été faites par l'intermédiaire d'un baromètre porta-

tif construit par Fastré, d'après le système Fortin; cet instrument a été comparé à celui de l'observatoire avant et après la course au St-Bernard; la moyenne de 64 comparaisons concordantes donne, en tenant compte de toutes les corrections:

Barom. Observatoire — Barom. Fastré = + $0^{mm},11$.

La moyenne de 20 comparaisons faites au St-Bernard, le 26 et 27 juillet, donne, en tenant également compte de toutes les corrections:

Barom. St-Bernard — Barom. Fastré = + $0^{mm},08$

ce qui montre un accord très-satisfaisant entre les deux instruments.

Température.

Les tableaux suivants renferment, pour Genève et le St-Bernard, les moyennes mensuelles de la température observées aux différentes heures; pour minuit, 14 heures et 16 heures, la température a été obtenue par interpolation. A la suite de chaque tableau se trouvent les formules de la variation diurne calculées d'après ces données.

GENÈVE 1863.

ÉPOQUE.	Midi.	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.	Température moyenne	Minimum moyen	Maximum moyen
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Déc. 1862.....	+ 4,04	+ 4,58	+ 3,53	+ 2,72	+ 2,27	+ 1,61	+ 1,02	+ 0,77	+ 0,73	+ 0,58	+ 0,80	+ 2,35	+ 2,08	— 0,75	+ 5,72
Janvier 1863 ...	+ 4,17	+ 5,11	+ 4,54	+ 3,10	+ 2,63	+ 2,00	+ 1,45	+ 1,07	+ 0,93	+ 0,78	+ 0,89	+ 2,39	+ 2,42	— 0,64	+ 6,33
Février..... ..	+ 4,45	+ 5,88	+ 5,87	+ 4,28	+ 2,27	+ 0,86	— 0,06	— 0,80	— 1,80	— 1,84	— 1,28	+ 2,32	+ 1,68	— 2,78	+ 7,05
Mars	+ 7,51	+ 8,36	+ 8,01	+ 6,67	+ 5,44	+ 4,10	+ 3,18	+ 2,27	+ 1,47	+ 1,48	+ 2,79	+ 5,82	+ 4,76	+ 0,60	+ 9,62
Avril	+13,62	+14,50	+14,33	+12,91	+10,76	+ 9,35	+ 8,00	+ 6,51	+ 5,50	+ 6,23	+ 9,46	+12,09	+10,27	+ 5,14	+16,06
Mai	+17,67	+18,42	+18,59	+17,02	+14,87	+13,20	+11,92	+10,49	+ 9,61	+10,48	+13,95	+16,03	+14,36	+ 8,51	+20,26
Juin.....	+19,58	+20,22	+20,55	+19,62	+17,22	+15,63	+14,74	+13,79	+13,11	+14,03	+16,91	+18,53	+17,00	+11,52	+22,18
Juillet.....	+23,02	+23,72	+23,76	+22,59	+19,93	+17,83	+16,30	+14,95	+14,23	+15,23	+18,74	+20,91	+19,27	+13,38	+24,95
Août	+23,58	+24,81	+24,70	+22,62	+19,82	+18,03	+16,80	+15,10	+13,90	+14,75	+18,86	+21,45	+19,51	+12,91	+26,52
Septembre.....	+16,53	+17,50	+17,31	+15,65	+13,66	+12,49	+11,92	+10,98	+ 9,72	+ 9,84	+12,62	+15,25	+13,63	+ 9,21	+18,60
Octobre.....	+13,16	+13,77	+13,28	+11,69	+10,58	+ 9,74	+ 9,11	+ 8,18	+ 8,00	+ 8,24	+ 9,52	+11,64	+10,60	+ 7,33	+14,68
Novembre.....	+ 7,20	+ 7,34	+ 6,82	+ 5,92	+ 5,44	+ 5,02	+ 4,66	+ 4,49	+ 4,39	+ 4,36	+ 4,68	+ 5,89	+ 5,52	+ 3,31	+ 8,39
Hiver	+ 4,21	+ 5,16	+ 4,60	+ 3,34	+ 2,39	+ 1,51	+ 0,83	+ 0,38	+ 0,01	— 0,10	+ 0,18	+ 2,35	+ 2,07	— 1,34	+ 6,31
Printemps.. ...	+12,92	+13,75	+13,64	+12,19	+10,35	+ 8,88	+ 7,70	+ 6,42	+ 5,53	+ 6,07	+ 8,73	+11,30	+ 9,79	+ 4,74	+15,30
Été...	+22,09	+22,95	+23 03	+21,63	+19,01	+17,18	+15,96	+14,62	+13,75	+14,67	+18,18	+20,32	+18,62	+12,61	+24,57
Automne	+12,31	+12,88	+12,48	+11,09	+ 9,90	+ 9,09	+ 8,57	+ 7,99	+ 7,38	+ 7,49	+ 8,95	+10,93	+ 9,92	+ 6,62	+13,90
Année...	+12,93	+13,74	+13,49	+12,11	+10,46	+ 9,21	+ 8,30	+ 7,38	+ 6,70	+ 7,07	+ 9,06	+11,28	+10,15	+ 5,69	+15.08

Formules de la variation diurne de la température à Genève, pendant l'année 1863.

Décembre 1862.	$t = +2^{\circ},08 + 1^{\circ},77 \sin(\mu + 45^{\circ},7) + 0^{\circ},60 \sin(2\mu + 51^{\circ},8) + 0^{\circ},31 \sin(3\mu + 60^{\circ},1)$
Janvier 1863....	$t = +2,42 + 1,92 \sin(\mu + 40,6) + 0,68 \sin(2\mu + 37,9) + 0,26 \sin(3\mu + 32,5)$
Février.....	$t = +1,68 + 3,82 \sin(\mu + 36,5) + 0,93 \sin(2\mu + 39,3) + 0,16 \sin(3\mu + 155,0)$
Mars.....	$t = +4,76 + 3,34 \sin(\mu + 39,4) + 0,68 \sin(2\mu + 68,4) + 0,14 \sin(3\mu + 140,7)$
Avril.....	$t = +10,27 + 4,33 \sin(\mu + 46,1) + 0,59 \sin(2\mu + 99,8) + 0,38 \sin(3\mu + 230,4)$
Mai.....	$t = +14,36 + 4,32 \sin(\mu + 47,6) + 0,42 \sin(2\mu + 105,0) + 0,42 \sin(3\mu + 234,8)$
Juin.....	$t = +17,00 + 3,60 \sin(\mu + 49,7) + 0,15 \sin(2\mu + 121,6) + 0,50 \sin(3\mu + 226,6)$
Juillet.....	$t = +19,27 + 4,78 \sin(\mu + 47,4) + 0,31 \sin(2\mu + 106,7) + 0,38 \sin(3\mu + 221,8)$
Août.....	$t = +19,54 + 5,23 \sin(\mu + 47,6) + 0,67 \sin(2\mu + 84,9) + 0,55 \sin(3\mu + 242,0)$
Septembre.....	$t = +13,63 + 3,64 \sin(\mu + 46,9) + 0,73 \sin(2\mu + 70,1) + 0,43 \sin(3\mu + 217,4)$
Octobre.....	$t = +10,63 + 2,72 \sin(\mu + 49,5) + 0,64 \sin(2\mu + 62,2) + 0,01 \sin(3\mu + 225,0)$
Novembre.....	$t = +5,53 + 1,41 \sin(\mu + 51,0) + 0,48 \sin(2\mu + 52,6) + 0,16 \sin(3\mu + 63,4)$
Hiver.....	$t = +2,07 + 2,45 \sin(\mu + 39,9) + 0,73 \sin(2\mu + 41,9) + 0,19 \sin(3\mu + 64,8)$
Printemps.....	$t = +9,79 + 4,00 \sin(\mu + 44,9) + 0,57 \sin(2\mu + 89,0) + 0,29 \sin(3\mu + 226,4)$
Eté.....	$t = +18,62 + 4,55 \sin(\mu + 47,7) + 0,38 \sin(2\mu + 97,7) + 0,46 \sin(3\mu + 229,9)$
Automne.....	$t = +9,92 + 2,60 \sin(\mu + 48,0) + 0,63 \sin(2\mu + 64,5) + 0,10 \sin(3\mu + 209,1)$
Année.....	$t = +10,15 + 3,41 \sin(\mu + 45,7) + 0,53 \sin(2\mu + 69,2) + 0,18 \sin(3\mu + 227,3)$

SAINT-BERNARD 1863.

ÉPOQUE.	Midi.	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.	Température moyenne
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Déc. 1862.....	— 6,08	— 6,07	— 6,98	— 7,24	— 7,69	— 7,66	— 7,71	— 7,80	— 7,90	— 7,92	— 7,36	— 6,78	— 7,26
Janvier 1863 ...	— 5,51	— 5,41	— 6,50	— 7,25	— 7,35	— 7,54	— 7,77	— 8,00	— 8,08	— 8,05	— 7,61	— 6,39	— 7,12
Février	— 3,65	— 3,80	— 5,06	— 6,91	— 7,17	— 7,29	— 7 48	— 7,79	— 8,01	— 7,97	— 7,23	— 5,30	— 6,47
Mars	— 3,68	— 3,93	— 5,13	— 6,94	— 7,55	— 7,83	— 8,12	— 8,64	— 8,95	— 8,61	— 6,88	— 5,14	— 6,78
Avril	+ 1,00	+ 1,33	+ 0.33	— 1,34	— 2,32	— 2,83	— 3.40	— 4,39	— 4,84	— 4,05	— 1,79	— 0,24	— 1,88
Mai	+ 4,51	+ 4,65	+ 4 10	+ 2,58	+ 1,33	+ 1,00	+ 0,70	+ 0,05	— 0,48	— 0,09	+ 2,20	+ 3.37	+ 1 99
Juin	+ 6,43	+ 6,69	+ 6,51	+ 5,45	+ 4,20	+ 3,61	+ 3.02	+ 2,32	+ 2,01	+ 2,79	+ 4,20	+ 5,61	+ 4,40
Juillet	+ 9,32	+ 9 17	+ 8,57	+ 7.35	+ 6.31	+ 5,66	+ 5,04	+ 4.33	+ 4,05	+ 4.86	+ 6.67	+ 8,14	+ 6,62
Août	+ 9,44	+ 9,58	+ 9,00	+ 7,90	+ 6 64	+ 6,41	+ 6,06	+ 5,49	+ 5.21	+ 6,00	+ 7,41	+ 8,66	+ 7,31
Septembre	+ 4,55	+ 4 90	+ 4,43	+ 3,12	+ 2,47	+ 1.81	+ 1,43	+ 0,76	+ 0,49	+ 1,12	+ 2,59	+ 3,79	+ 2.62
Octobre.....	+ 2,15	+ 2 02	+ 1,53	+ 0,58	+ 0,35	+ 0,19	+ 0,10	— 0,19	— 0,51	— 0,43	+ 0,35	+ 1 44	+ 0.63
Novembre.....	— 1,85	— 1,95	— 2,93	— 3,57	— 3,81	— 3,98	— 4,11	— 4.10	— 3,92	— 3,81	— 3,73	— 3,00	— 3,40
Hiver	— 5,13	— 5,13	— 6,22	— 7,14	— 7,41	— 7,50	— 7,66	— 7,87	— 8,00	— 7,96	— 7,41	— 6,18	— 6,97
Printemps.....	+ 0,61	+ 0,68	— 0,25	— 1,91	— 2.85	— 3,22	— 3,61	— 4 33	— 4,76	— 4,25	— 2,16	— 0,67	— 2.23
Eté...	+ 8,42	+ 8,50	+ 8,04	+ 6,92	+ 5.73	+ 5,24	+ 4.72	+ 4,07	+ 3,78	+ 4,57	+ 6,12	+ 7,49	+ 6,13
Automne.....	+ 1,62	+ 1,66	+ 1,02	+ 0,05	— 0.36	— 0,65	— 0,85	— 1,17	— 1,30	— 1,03	— 0,26	+ 0,75	— 0,04
Année...	+ 1,41	+ 1,46	+ 0,68	— 0 49	— 1,18	— 1,50	— 1,82	— 2,29	— 2,54	— 2,14	— 0,89	+ 0.38	— 0,74

Formules de la variation diurne de la température au Saint-Bernard, pendant l'année 1863.

Décembre 1862.	$t = -7^{\circ},26 + 0^{\circ},80 \sin(\mu + 70,2) + 0^{\circ},38 \sin(2\mu + 73,5) + 0^{\circ}.07 \sin(3\mu + 63^{\circ},4)$
Janvier 1863....	$t = -7,12 + 1,15 \sin(\mu + 63,1) + 0,54 \sin(2\mu + 76,1) + 0,19 \sin(3\mu + 53,7)$
Février..	$t = -6,47 + 1.91 \sin(\mu + 65,9) + 0,95 \sin(2\mu + 69,5) + 0,23 \sin(3\mu + 45,0)$
Mars	$t = -6,78 + 2,36 \sin(\mu + 67,8) + 0,86 \sin(2\mu + 82,0) + 0,05 \sin(3\mu + 14,6)$
Avril	$t = -1,88 + 2,77 \sin(\mu + 60,4) + 0.70 \sin(2\mu + 93,3) + 0,20 \sin(3\mu + 286,1)$
Mai.....	$t = +1,99 + 2,38 \sin(\mu + 61,4) + 0,59 \sin(2\mu + 82,1) + 0.24 \sin(3\mu + 253,1)$
Juin	$t = +4,40 + 2,27 \sin(\mu + 55,4) + 0,31 \sin(2\mu + 93,7) + 0,19 \sin(3\mu + 256,0)$
Juillet.....	$t = +6\ 62 + 2,49 \sin(\mu + 61,0) + 0,51 \sin(2\mu + 100,2) + 0,10 \sin(3\mu + 253,3)$
Août.....	$t = +7,31 + 2,07 \sin(\mu + 63,9) + 0,42 \sin(2\mu + 87,3) + 0,19 \sin(3\mu + 267,0)$
Septembre.....	$t = +2,62 + 2,04 \sin(\mu + 58,6) + 0,39 \sin(2\mu + 90,0) + 0,15 \sin(3\mu + 277,6)$
Octobre	$t = +0,63 + 1,15 \sin(\mu + 62.1) + 0,52 \sin(2\mu + 81,1) + 0,02 \sin(3\mu + 123,7)$
Novembre... ..	$t = -3,40 + 0,95 \sin(\mu + 72,9) + 0,44 \sin(2\mu + 59,9) + 0,23 \sin(3\mu + 50,2)$
Hiver.....	$t = -6\ 97 + 1,26 \sin(\mu + 66,2) + 0\ 61 \sin(2\mu + 72,3) + 0,16 \sin(3\mu + 51,3)$
Printemps	$t = -2,23 + 2,51 \sin(\mu + 62,5) + 0,74 \sin(2\mu + 87,3) + 0,16 \sin(3\mu + 277,1)$
Eté	$t = +6,13 + 2,27 \sin(\mu + 60,2) + 0,41 \sin(2\mu + 94,2) + 0,16 \sin(3\mu + 259,4)$
Automne	$t = -0,04 + 1,37 \sin(\mu + 63,2) + 0,43 \sin(2\mu + 75,2) + 0,06 \sin(3\mu + 9,5)$
Année.....	$t = -0,74 + 1,85 \sin(\mu + 62,5) + 0,54 \sin(2\mu + 82,5) + 0,06 \sin(3\mu + 306,5)$

Si l'on compare la température de chaque mois, des saisons et de l'année entière avec les valeurs moyennes que j'ai déduites pour Genève des observations faites pendant 35 années, 1826 - 60 (*Climat de Genève*), et pour le St-Bernard des 20 années, 1841 - 60 (*Archives*, t. XIII), on trouve les écarts suivants :

	GENÈVE.	SAINT-BERNARD.
	°	°
Décembre 1862.....	+ 1,22	+ 0,67
Janvier 1863	+ 2,76	+ 2,12
Février.....	+ 0,36	+ 2,51
Mars...	+ 0,28	+ 0,60
Avril...	+ 1,66	+ 1,87
Mai	+ 1,48	+ 1,79
Juin.....	+ 0,22	+ 0,34
Juillet..... . ..	+ 0,74	+ 0,67
Août...	+ 1,74	+ 1,55
Septembre.	— 0,66	— 0,31
Octobre	+ 0,79	+ 1,22
Novembre.	+ 1,07	+ 2,21
Hiver.....	+ 1,48	+ 1,85
Printemps	+ 1,13	+ 1,42
Eté	+ 0,91	+ 0,86
Automne..... .	+ 0,40	+ 1,03
Année	+ 0,99	+ 1,29

Ainsi, dans les deux stations, l'année 1863 a été exceptionnellement chaude, tous les mois ont présenté un excédant de température, sauf celui de septembre qui est resté un peu au-dessous de la moyenne : la différence est un peu plus prononcée pour le St-Bernard que pour Genève, surtout dans les mois de février et de novembre. Les mois dans lesquels l'excédant de température observé à Genève, pendant l'année 1863, dépasse les limites de l'écart probable, sont ceux de janvier, avril, mai et août ; on ne trouve depuis 1826 que trois mois de jan-

vier qui aient été plus chauds que celui de l'année dernière, cinq mois de février, six mois de mai et six mois d'août. On ne trouve depuis 1826 que six années dans lesquelles l'hiver ait été plus chaud qu'en 1863, sept dans lesquelles le printemps ait été plus chaud, enfin huit dans lesquelles l'été ait été plus chaud. L'automne présente un excédant peu considérable. Il ne se trouve depuis 1826 que cinq années dont la température moyenne ait dépassé celle de l'année 1863.

Les tableaux mensuels des deux stations renferment pour chaque jour la température moyenne des 24 heures, ainsi que l'écart avec la température normale de cette époque de l'année; les résultats que l'on peut en déduire au point de vue des anomalies que présente la température d'un jour, et de la variabilité d'un jour à l'autre, sont réunis dans les tableaux suivants. Un de ces tableaux donne pour chaque station le nombre de jours dans chaque mois, dont la température moyenne des 24 heures est comprise entre des limites espacées de cinq en cinq degrés, et en outre, la température moyenne du jour le plus froid et du jour le plus chaud. Les deux autres tableaux renferment pour chaque station, et pour chaque mois, le nombre de jours plus froids, ou plus chauds, que de coutume, c'est-à-dire le nombre de ceux dont l'écart avec la température normale est négatif, ou positif; le nombre de fois, où l'écart a changé de signe entre deux jours consécutifs; l'écart moyen d'un jour avec la température normale, calculé par la somme des carrés de tous les écarts du mois; les écarts extrêmes observés pendant ce mois; le changement moyen qui s'est opéré dans la température de deux jours consécutifs, calculé par la somme des carrés des différences qui ont

eu lieu pendant le mois, d'un jour au jour suivant; enfin les variations les plus considérables qui ont eu lieu entre deux jours consécutifs; dans ces deux dernières colonnes, je n'ai donné que la date du premier jour et non celle du lendemain.

GENÈVE 1863.

ÉPOQUE.	NOMBRE DE JOURS								Jour le plus froid.	Jour le plus chaud.
	très-froids.	froids		tempérés.		chauds.		très-chauds.		
	−10° à −5°	−5° à 0°	0° à +5°	+5° à +10°	+10° à +15°	+15° à +20°	+20° à +25°	+25° à +30°		
Déc. 1862.	.....	7	19	5	.....	.....	.....	.....	− 4,39° le 24	+ 6,73° le 6
Janvier 1863.	.....	3	25	3	.....	.....	.....	.....	− 1,44 le 4	+ 8,59 le 31
Février	.....	5	21	2	.....	.....	.....	.....	− 0,59 le 18	+ 7,83 le 1
Mars	.....	.....	19	12	.....	.....	.....	.....	+ 1,61 le 1	+ 9,53 le 7
Avril	.....	.....	.....	11	19	.....	.....	.....	+ 5,48 le 1	+14,61 le 28
Mai	.....	.....	.....	2	16	12	1	.....	+ 7,90 le 1	+20,00 le 31
Juin	.....	.....	.....	1	6	18	5	.....	+ 9,30 le 12	+23,95 le 27
Juillet	.....	.....	.....	.....	1	22	8	.....	+14,98 le 27	+23.33 le 21
Août	.....	.....	.....	.....	5	10	13	3	+10,93 le 20	+26 38 le 16
Septembre	.....	.....	.....	2	18	10	.....	.....	+ 9,79 le 24	+17,87 le 20
Octobre	.....	.....	.....	14	17	.....	.....	.....	+ 8,11 le 22	+14,96 le 30
Novembre	.....	.....	11	18	1	.....	.....	.....	+ 0,40 le 21	+10,10 le 23
Année	.....	15	95	70	83	72	27	3	− 4,39 le 24 décembre	+26,38 le 16 août

GENÈVE 1863.

ÉPOQUE.	Écarts négatifs.	Écarts positifs.	Nombre de changements de signe.	Écarts moyens.	Écarts extrêmes négatifs.	Écarts extrêmes positifs.	Écarts moyens entre 2 j. consécut.	Écarts extrêmes entre deux jours consécutifs. négatifs	Écarts extrêmes entre deux jours consécutifs. positifs
Décemb. 1862	10	21	10	±2°,82	—4°,47 le 24	+5°,04 le 6	±2°,32	—3°,46 le 12	+3°,92 le 18
Janvier 1863.	2	29	4	3.47	—1.07 le 4	+8,44 le 31	2,18	—4,52 le 3	+4,31 le 30
Février.....	16	12	5	2.68	—2,38 le 16	+7,62 le 1	1,50	—3,98 le 4	+2.29 le 7
Mars.....	16	15	7	2,07	—3,10 le 19	+6,17 le 7	1,61	—5.14 le 7	+3,43 le 5
Avril.	5	25	4	2,62	—3,29 le 29	+4,35 le 14	2,00	—7,58 le 28	+2,29 le 1
Mai..... ...	8	23	5	2,86	—3,96 le 26	+6,15 le 18	1.83	—4,42 le 18	+2,61 le 26
Juin	13	17	9	3,38	—7,12 le 12	+6,45 le 4	2,71	—6,13 le 18	+3 66 le 21
Juillet.... ..	10	21	3	2,16	—3,73 le 27	+4,74 le 3	1.67	—2 80 le 22	+4,11 le 20
Août	9	22	5	5,30	—6,57 le 20	+8,57 le 16	2,58	—5,84 le 16	+4,52 le 4
Septembre...	21	9	9	2,16	—4,76 le 12	+3,99 le 20	2,07	—5,12 le 10	+3,29 le 18
Octobre.....	9	22	8	2,52	—2.81 le 5	+7,69 le 30	2,05	—6,86 le 31	+3,02 le 29
Novembre ...	10	20	8	2,24	—3.29 le 21	+6,71 le 23	1,81	—2,37 le 23	+5,54 le 21
Année	129	236	77	±2,86	—7,12 le 12 juin	+8,57 le 16 août	±2,03	—7.58 le 28 avril	+5,54 le 21 novembre

SAINT-BERNARD 1863.

ÉPOQUE.	Nombre de jours dont dont la température est comprise entre								Jour le plus froid	Jour le plus chaud.
	— 25° et — 20°	— 20° et — 15°	— 15° et — 10°	— 10° et — 5°	— 5° et 0°	0° et + 5°	+ 5° et + 10°	+ 10° et + 15°		
Déc. 1862.	.....	1	6	14	10	.....	.....	.....	— 17,93° le 23	— 0,30° le 7
Janvier 1863.	.....	.....	6	16	8	1	.....	.....	— 12,28 le 9	+ 1,58 le 23
Février.....	.....	.....	2	17	8	1	.....	.....	— 10,43 le 23	+ 0 11 le 7
Mars.....	.....	.....	3	19	9	.....	.....	.....	— 14,47 le 19	— 0,16 le 25
Avril	.....	.....	.....	2	22	6	.....	.....	— 8,01 le 24	+ 2,44 le 27
Mai	.....	.....	.....	.....	8	18	5	.....	— 2,34 le 25	+ 7,36 le 30
Juin	.....	.....	.....	.....	4	15	9	2	— 2,69 le 12	+ 10,21 le 27
Juillet	.....	.....	.....	.....	1	7	21	2	— 0,37 le 26	+ 10,89 le 23
Août.....	.....	.....	.....	.....	4	4	11	12	— 1,90 le 21	+ 13,67 le 16
Septembre ..	.....	.....	.....	.....	6	16	8	.....	— 3,86 le 11	+ 6,80 le 18
Octobre....	.....	.....	.....	.....	13	18	.....	.....	— 2,90 le 2	+ 4,64 le 19
Novembre...	.....	.....	.....	9	18	3	.....	.....	— 9,31 le 28	+ 2,76 le 5
Année	.....	1	17	77	111	89	54	16	— 17,93 le 23 décembre	+ 13,67 le 16 août

SAINT-BERNARD 1863.

ÉPOQUE.	Écarts négatifs.	Écarts positifs.	Nombre de changements de signe.	Écarts moyens.	Écarts extrêmes négatifs.	Écarts extrêmes positifs.	Écarts moyens entre 2 j. consécut.	Écarts extrêmes entre deux jours consécutifs. négatifs	Écarts extrêmes entre deux jours consécutifs. positifs
Décemb. 1862	13	18	10	±4°,10	—9°,23 le 23	+ 7°,28 le 7	±4°,00	— 9°,25 le 8	+8°,71 le 23
Janvier 1863.	9	22	12	4,37	—2,93 le 9	+11,08 le 23	4,19	—10,10 le 24	+8,39 le 21
Février.....	6	22	6	3,92	—1,66 le 23	+ 9,45 le 7	2,71	— 6,91 le 8	+6,37 le 5
Mars.	15	16	4	3,02	—7,38 le 19	+ 6,35 le 25	2,36	— 5,30 le 18	+6,69 le 19
Avril.	5	25	5	3,19	—5,21 le 24	+ 5,05 le 10	2,65	— 7,30 le 23	+4,41 le 25
Mai	8	23	5	3,07	—4,09 le 26	+ 6,46 le 16	1,96	— 4,18 le 18	+3,53 le 26
Juin	13	17	8	3,50	—6,39 le 12	+ 5,20 le 25	2,36	— 6,26 le 18	+4,15 le 21
Juillet.... ..	10	21	8	2,93	—6,60 le 26	+ 5,38 le 2	2,74	— 7,35 le 23	+6,26 le 27
Août	10	21	6	4,61	—7,42 le 21	+ 7,88 le 16	2,63	— 5,91 le 17	+4,63 le 23
Septembre...	15	15	6	2,68	—7,62 le 11	+ 3,84 le 18	2,62	— 8,13 le 10	+5,60 le 11
Octobre.. ...	10	21	7	3,20	—4,01 le 2	+ 6,02 le 19	2,33	— 6,31 le 31	+5,26 le 17
Novembre ...	11	19	6	3,91	—5,10 le 3	+ 7,31 le 20	2,80	— 4,86 le 26	+6,10 le 3
Année	125	240	83	±3,54	—9,23 le 23 déc. 1862	+11,08 le 23 janv.	±2,78	—10,10 le 24 janv.	+8,71 le 23 déc. 1862.

Le jour le plus froid de l'année 1863, à Genève, a été le 24 décembre 1862, et le jour le plus chaud, le 16 août; la différence entre la température moyenne de ces deux jours est de 30°,77. Au St-Bernard, le jour le plus froid a été le 23 décembre 1862 et le 16 août a été également le jour le plus chaud, la différence entre ces deux jours est de 31,60. Ces tableaux confirment la remarque que j'avais déjà faite l'année dernière, savoir que les variations accidentelles de la température, sont notablement plus considérables au St-Bernard qu'à Genève. Tandis que les variations périodiques et régulières sont plus faibles dans la station élevée, où l'amplitude est réduite dans le rapport de trois à deux, soit dans la période diurne, soit dans la période annuelle, l'inverse a lieu dans les variations accidentelles, que présente la température moyenne d'un jour comparée à sa valeur normale, ou à celle du lendemain.

En envisageant enfin les températures extrêmes enregistrées, à Genève, à l'aide des thermométrographes, on trouve les valeurs suivantes pour le minimum absolu, et pour le maximum absolu observés dans chaque mois, ainsi que le nombre de jours où le minimum s'est abaissé au-dessous de 0. Par une exception très-rare, et qui depuis l'année 1826 ne s'est présentée qu'une seule fois, en 1834, il n'y a pas eu en 1863 un seul jour, où le maximum soit resté au-dessous de 0; le 17 décembre, il s'est élevé à 0,0, c'est le maximum le plus bas de toute l'année.

	Minimum absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.	Minimum au-dessous de 0
	0		0		
Décembre 1862	— 7,9	le 25	+ 13,0	le 8	17
Janvier 1863 .	— 4,6	le 2	+ 14 0	le 31	18
Février	— 6,3	le 19	+ 12,9	le 2	21
Mars	— 5,3	le 2	+ 16,0	le 6	11
Avril...	+ 0,3	le 5	+ 21,2	le 28	0
Mai	+ 4,0	le 21	+ 27,3	le 18	0
Juin..... .	+ 6,3	le 12	+ 29,5	le 27	0
Juillet.....	+ 8,0	le 25	+ 29.9	le 22	0
Août... ...	+ 5,7	le 23	+ 34,5	le 16	0
Septembre. .	+ 4,1	le 12	+ 24,0	le 19	0
Octobre	+ 4.0	le 5	+ 24,1	le 15	0
Novembre ...	— 1,1	le 30	+ 14.2	le 7	3
Année	— 7,9	le 25 déc 1862	+ 34,5	le 16 août.	70

Le 28 mars a été le dernier jour de gelée au printemps, où le minimum s'est abaissé au-dessous de 0, c'est 24 jours plus tôt que de coutume ; mais il y a eu encore 7 jours de gelée blanche en avril, dont le dernier a été le 30. La première gelée blanche en automne a eu lieu le 2 novembre; le minimum est descendu le 21 pour la première fois au-dessous de 0, c'est-à-dire 24 jours plus tard que de coutume.

A défaut de thermométrographes, on ne peut indiquer pour les températures extrêmes notées au St-Bernard que celles qui résultent des lectures faites à l'une des heures d'observation, entre 6 heures du matin et 10 heures du soir. On trouve ainsi pour la température la plus basse et pour la température la plus élevée dans chaque mois:

	Minimum.		Maximum.
	°		°
Déc. 1862.	—18,8 le	23 à 6 h. soir.	+ 1,8 le 8 à midi.
Janv. 1863	—13,3 les	3 à 10 h. soir. 9 à 8 h. mat.	+ 3,8 le 23 à 4 h. soir
Février...	—12,3 les	10 à 6 h. mat. 25 à 6 h. mat.	+ 3.0 le 7 à 2 h. soir.
Mars.....	—15,5 le	19 à 6 h. mat.	+ 6,5 le 25 à midi.
Avril.....	—10,2 le	30 à 6 h. mat.	+ 6,3 le 28 à 2 h. soir.
Mai.....	— 5.6 le	26 à 6 h. mat.	+12,5 le 30 à midi.
Juin.. ...	— 5,2 le	13 à 6 h. mat	+13,2 le 28 à midi,
Juillet....	— 2,7 le	27 à 6 h. mat.	+14.6 le 2 à 10 h. mat.
Août.....	— 2,6 les	20 à 8 h. soir. 22 à 6 h. mat.	+16,9 le 16 à 4 h. soir.
Septembre	— 5,7 le	28 à 6 h. mat.	+10,4 le 18 à 2 h soir.
Octobre...	— 4.4 le	3 à 6 h. mat.	+ 7,1 le 19 à 2 h. soir.
Novembre.	—10,9 le	28 à 8 h. mat.	+ 4,8 le 5 à midi.
Année..	—18,8 le déc 1862	23 à 6 h. soir.	+16,9 le 16 à 4 h soir. août.

Le petit lac près de l'hospice a été débarrassé de la glace qui le recouvrait, le 1er juillet, soit 17 jours plus tôt que de coutume; la congélation a eu lieu dans la nuit du 13 au 14 octobre, soit 5 jours plus tôt que de coutume.

Je donne dans le tableau suivant les moyennes mensuelles de la température du Rhône, l'excédant sur la moyenne des huit années 1853-60, les extrêmes observés dans le courant de chaque mois, enfin la différence entre la température de l'eau et la température moyenne de l'air.

	Moyenne.	Excédant.	Minimum.	Maximum.	Diff. entre la temp. de l'eau et celle de l'air.
	°	°	°	°	°
Déc. 1862	7,95	+1.52	6,5 le 29	9,5 les 1,2,5,6	+5,87
Janv. 1863	5,88	+0,95	5,7 les 19 et 30	6,2 le 3	+3,46
Février...	5,77	+1,17	5,1 le 17	6,3 le 2	+4,09
Mars.....	6,44	+0,48	5,8 les 16, 17, 18, 19	8,1 le 31	+1,68
Avril.....	10,38	+1,86	7,9 le 1	12,6 le 28	+0,11
Mai	13,63	+3,14	10,0 le 20	16,9 le 30	—0,73
Juin	14,73	+0,22	8,9 le 15	18,2 le 1	— 2,27
Juillet....	19,54	+1,90	14,6 le 23	22,1 le 10	+0,27
Août.....	19,48	+0,93	14,6 le 21	22,9 le 14	—0,06
Septembre	15,17	—1,69	7,1 le 22	18,9 le 4	+1,54
Octobre..	14,29	+0,27	10,1 le 31	15,5 le 1	+3,69
Novembre	10,07	+0,40	8,2 le 6	11,9 le 9	+4,55
Année ...	11,97	+0,92	5,1 le 17 févr.	22,9 le 14 août.	+1,82

J'ai réuni dans le tableau suivant les données qui permettent d'apprécier la variabilité de la température du Rhône, soit que l'on considère la grandeur absolue de l'écart entre la température d'un jour donné et la valeur normale, soit que l'on considère la variation entre deux jours consécutifs. L'écart moyen d'un jour a été calculé par la somme des carrés de tous les écarts du mois ; cet écart est, comme je l'avais déja trouvé pour les années précédentes, très-faible dans les mois d'hiver, ou même d'octobre en mars; il atteint son maximum dans les mois d'été. J'indique ensuite les écarts extrêmes observés dans le courant de chaque mois ; comme pendant les mois de décembre, janvier, février et avril, la température a constamment été au-dessus de la valeur normale, il n'y a pas d'écart négatif, et je donne alors le plus faible écart positif. L'écart moyen entre deux jours consécutifs a été calculé par la somme des carrés de toutes les différences d'un jour au jour suivant, et les chiffres montrent également la très-grande

constance de la température de l'eau d'un jour à l'autre ; au mois de janvier, la différence d'un jour à l'autre n'a jamais dépassé deux dixièmes de degré, en plus, ou en moins, mais elle a atteint plusieurs fois ce chiffre ; c'est la raison pour laquelle je n'ai pas mis la date correspondant aux extrêmes de ce mois.

Époque.	Écart moy. d'un jour.	Écarts extrêmes négatifs.	Écarts extrêmes positifs.	Écart moy. entre 2 j. consécutifs.	Écarts extrêmes entre deux jours consécutifs. négatifs.	Écarts extrêmes entre deux jours consécutifs. positifs.
	°	°	°	°	°	°
Déc. 1862 . . .	± 1,40	+0,9 le 24	+1,8 le 11	± 0,20	—0,6 le 23	+0,3 le 4
Janvier 1863.	1,26	+0,9 le 2, 5 et 6	+1,5 le 31	0,13	—0,2	+0,2
Février.....	1,12	+0,3 le 17	+1,9 le 2	0,27	—1,0 le 16	+0,6 le 17
Mars.....	0,72	—0,6 le 23	+1,3 le 7	0,27	—0,5 le 10	+0,8 le 26
Avril	2,40	+0,8 le 1	+3,6 le 21	0,70	—2,5 le 28	+0,9 le 11
Mai	3,50	—1,2 le 20	+5,1 le 19	1,28	—6,3 le 19	+1,7 le 22
Juin.....	2,96	—5,4 le 15	+5,6 le 1	1,84	—3,4 le 6	+3,9 le 15
Juillet.....	3,00	—3,5 le 23	+5,0 le 10	0,91	—3,3 le 22	+2,2 le 23
Août	2,60	—4,0 le 21	+4,2 le 14	1,12	—4,3 le 18	+2,5 le 24
Septembre..	3,40	—9,4 le 22	+1,0 le 19	1,74	—3,7 le 21	+4,1 le 23
Octobre.	0,99	—1,7 le 31	+1,8 le 30	0,67	—3,5 le 30	+0,5 le 22
Novembre ..	1,46	—2,8 le 6	+1,4 le 27	0,73	—0,5 le 12	+3,7 le 6

Pression atmosphérique.

Je donne suivant la forme habituelle, pour les deux stations, la hauteur moyenne du baromètre dans chaque mois, ainsi que la différence entre la hauteur pour chacune des heures d'observation et la hauteur moyenne ; pour minuit, 14 heures et 16 heures, la hauteur a été obtenue par interpolation. A la suite de ces tableaux se trouvent les formules représentant la variation diurne du baromètre, calculées d'après ces données.

GENÈVE 1863.

ÉPOQUE.	Hauteur moyenne	Midi.	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit.)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Déc 1862...	730,99	−0,06	−0,42	−0,26	−0.10	+0,24	+0,49	+0,28	−0,06	−0,34	−0,18	+0,04	+0.46
Janv. 1863..	727,38	+0.01	−0,46	−0,46	−0,10	+0,26	+0,39	+0,20	−0,03	−0,21	−0,09	+0,07	+0,43
Février.....	734,76	+0,23	−0,55	−0,73	− ,37	−0,04	+0,21	+0,10	−0,11	−0,13	+0,17	+0,59	+0,61
Mars.....	724,12	+0,10	−0,53	−0,71	−0,40	+0,04	+0,21	+0,09	−0,05	−0,01	+0,26	+0,55	+0,47
Avril..... .	726,78	+0,11	−0,46	−0,77	−0,67	−0,09	+0,17	+0,12	+0,01	+0,12	+0,38	+0,56	+0,51
Mai	725,38	−0,01	−0,52	−0,83	−0,77	−0,21	+0,24	+0,33	+0,22	+0,25	+0,42	+0,54	+0,39
Juin..	727,28	+0,09	−0,25	−0,62	−0,73	−0,34	+0,25	+0,42	+0,20	+0,04	+0,16	+0,39	+0,38
Juillet	729,02	−0,07	−0,43	−0,67	−0,73	−0,41	+0,09	+0,37	+0,29	+0,26	+0.44	+0,55	+0,31
Août..	728,16	+0,11	−0,40	−0,75	−0,74	−0,20	+0,14	+0,26	+0,13	+0,09	+0,27	+0,55	+0,54
Septembre..	727,72	−0,06	−0,47	−0,68	−0,55	+0,08	+0,36	+0,19	−0,01	+0,05	+0,29	+0,41	+0,39
Octobre	726,38	+0,05	−0,44	−0,58	−0,18	+0,09	+0,23	+0,12	−0,08	−0,14	+0.05	+0,44	+0,47
Novembre ..	730,19	+0,03	−0,40	−0,45	−0,17	+0,12	+0,18	+0,12	−0,07	−0,22	−0,04	+0,36	+0,55
Hiver	730,92	+0,05	−0,48	−0,48	−0,18	+0,16	+0,37	+0,20	−0,07	−0,23	−0,04	+0,21	+0,50
Printemps .	725,41	+0,06	−0,51	−0,77	−0 61	−0,08	+0,21	+0,18	+0.06	+0,12	+0,35	+0,55	+0,46
Été	728,16	+0,05	−0,36	−0,68	−0,73	−0.32	+0,16	+0,35	+0,21	+0,13	+0,29	+0,50	+0,41
Automne ...	728,08	0,00	−0,44	−0,57	−0,30	+0,09	+0,26	+0,14	−0,06	−0,11	+0,10	+0,41	+0,47
Année	728.13	+0.04	−0,45	− 0,63	−0,46	−0,04	+0,25	+0,22	+0,04	−0,02	+0,17	+0,42	+0,46

Formules de la variation diurne du baromètre à Genève, pendant l'année 1863.

		mm	mm		°	mm		°	mm		°
Décembre 1862.	B =	730,99	+ 0,12	sin (μ	+284,0)	+ 0,36	sin (2μ	+ 157,0)	+ 0.06	sin (3μ	+198,4)
Janvier 1863....	B =	727,38	+ 0,13	sin (μ	+247,4)	+ 0,36	sin (2μ	+ 160,5)	+ 0,08	sin (3μ	+150,3)
Février..	B =	734,76	+ 0,34	sin (μ	+177,4)	+ 0,44	sin (2μ	+ 163,0)	+ 0,01	sin (3μ	+153,4)
Mars..	B =	724,12	+ 0,35	sin (μ	+187,4)	+ 0,38	sin (2μ	+ 167,8)	+ 0,04	sin (3μ	+123,7)
Avril	B =	726,78	+ 0,47	sin (μ	+184,9)	+ 0,34	sin (2μ	+ 159,4)	+ 0,06	sin (3μ	+ 45,0)
Mai.....	B =	725,38	+ 0,57	sin (μ	+197,5)	+ 0,31	sin (2μ	+ 148,4)	+ 0,05	sin (3μ	+ 0,0)
Juin	B =	727,28	+ 0,41	sin (μ	+193,4)	+ 0,33	sin (2μ	+ 125,1)	+ 0,08	sin (3μ	+309,8)
Juillet..... .	B =	729,02	+ 0.57	sin (μ	+194.8)	+ 0,21	sin (2μ	+ 138,8)	+ 0,09	sin (3μ	+296,6)
Août.....	B =	728,16	+ 0,48	sin (μ	+185,9)	+ 0,34	sin (2μ	+ 144 5)	+ 0,01	sin (3μ	+315,0)
Septembre.....	B =	727,72	+ 0,37	sin (μ	+198,9)	+ 0,34	sin (2μ	+ 164,7)	+ 0,05	sin (3μ	+ 21,8)
Octobre	B =	726,38	+ 0,21	sin (μ	+191,0)	+ 0,37	sin (2μ	+ 167.5)	+ 0.06	sin (3μ	+170,5)
Novembre... ..	B =	730,19	+ 0,15	sin (μ	+183,8)	+ 0,35	sin (2μ	+ 163,6)	+ 0,09	sin (3μ	+192,5)
Hiver.....	B =	730,92	+ 0,14	sin (μ	+216,0)	+ 0.38	sin (2μ	+ 160,1)	+ 0,07	sin (3μ	+171,9)
Printemps.....	B =	725,41	+ 0,46	sin (μ	+191,3)	+ 0,34	sin (2μ	+ 160,2)	+ 0,03	sin (3μ	+ 45,0)
Eté.....	B =	728,16	+ 0,48	sin (μ	+191,3)	+ 0,29	sin (2μ	+ 135,5)	+ 0,06	sin (3μ	+301,0)
Automne.....	B =	728,08	+ 0,24	sin (μ	+194,6)	+ 0,36	sin (2μ	+ 165,6)	+ 0,03	sin (3μ	+180,0)
Année.....	B =	728,13	+ 0,33	sin (μ	+194,0)	+ 0,34	sin (2μ	+ 155,7)	+ 0,01	sin (3μ	+206,6)

Observations du baromètre faites au Saint-Bernard en 1863.

ÉPOQUE.	Hauteur moyenne	Midi.	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit.)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Déc. 1862...	564,05	−0,13	−0,31	−0,19	−0,04	+0,23	+0,31	+0,26	+0,01	−0,26	−0,20	+0,02	+0,30
Janv. 1863..	561,87	+0,05	−0,22	−0,07	+0,13	+0,27	+0,32	+0,14	−0,17	−0,41	−0,28	+0,03	+0,21
Février.....	567,31	+0,18	−0,16	−0,10	+0,09	+0,21	+0,37	+0,16	−0,18	−0,43	−0,30	+0,03	+0,17
Mars.....	558,90	+0,10	−0,08	−0,07	+0,15	+0,25	+0,30	+0,10	−0,20	−0,38	−0,27	−0,03	+0,13
Avril.....	563,67	+0,05	+0,01	−0,01	+0,05	+0,18	+0,28	+0,18	−0,08	−0,30	−0,27	−0,11	+0,05
Mai.....	564,80	+0,11	0,00	−0,06	−0,09	+0,11	+0,35	+0,30	−0,04	−0,34	−0,30	−0,09	+0,06
Juin.....	567,24	−0,02	+0,01	+0,03	+0,05	+0,20	+0,43	+0,40	−0,04	−0,42	−0,37	−0,17	−0,09
Juillet.....	569,55	−0,02	−0,06	−0,02	+0,02	+0,17	+0,32	+0,32	0,00	−0,28	−0,23	−0,12	−0,08
Août.....	569,85	+0,07	+0,04	+0,01	0,00	+0,31	+0,31	+0,16	−0,18	−0,37	−0,30	−0,10	+0,04
Septembre..	566,92	+0,02	−0,05	−0,08	−0,01	+0,21	+0,34	+0,15	0,00	−0,23	−0,33	−0,13	+0,06
Octobre....	565,76	+0,11	−0,02	−0,06	+0,11	+0,24	+0,28	+0,07	−0,26	−0,47	−0,33	+0,08	+0,28
Novembre..	565,28	+0,15	−0,14	−0,13	+0,04	+0,28	+0,28	+0,09	−0,26	−0,47	−0,28	+0,13	+0,31
Hiver.....	564,31	+0,03	−0,23	−0,12	+0,06	+0,24	+0,33	+0,19	−0,11	−0,36	−0,26	+0,03	+0,23
Printemps .	562,44	+0,09	−0,02	−0,04	+0,04	+0,18	+0,31	+0,20	−0,10	−0,34	−0,28	−0,07	+0,08
Eté.....	568,90	+0,01	−0,01	0,00	+0,02	+0,22	+0,36	+0,29	−0,08	−0,36	−0,30	−0,13	−0,05
Automne....	565,98	+0,11	−0,07	−0,09	+0,05	+0,25	+0,30	+0,11	−0,17	−0,39	−0,31	+0,03	+0,22
Année.....	565,41	+0,06	−0,08	−0,06	+0,04	+0,22	+0,32	+0,19	−0,12	−0,36	−0,29	−0,04	+0,12

Si l'on prend la différence entre la pression atmosphérique observée à Genève et au Saint-Bernard, on trouve pour le poids de la couche d'air comprise entre les deux stations :

	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Hiver.....	166,61	+0,02	−0,25	−0,36	−0,24	−0,08	+0,04	+0,01	+0,04	+0,15	+0,22	+0,18	+0,27
Printemps..	162,97	−0,03	−0,49	−0,73	−0,65	−0,26	−0,10	−0,02	+0,16	+0,46	+0,63	+0,62	+0,38
Eté.....	159,26	+0,04	−0,35	−0,68	−0,75	−0,54	−0,20	+0,06	+0,29	+0,49	+0,59	+0,63	+0,46
Automne....	162,10	−0,11	−0,37	−0,48	−0,35	−0,16	−0,04	+0,03	+0,11	+0,28	+0,41	+0,38	+0,25
Année.....	162,72	−0,02	−0,37	−0,57	−0,50	−0,26	−0,07	+0,03	+0,16	+0,34	+0,46	+0,46	+0,34

Formules de la variation diurne du baromètre au Saint-Bernard, pendant l'année 1863.

		mm	mm		°	mm		°	mm		°			
Décembre 1862.	B =	564,05	+ 0,13	sin (μ	+288,4)	+ 0,25	sin (2μ	+ 156,5)	+ 0,09	sin (3μ	+206,6)
Janvier 1863....	B =	561,87	+ 0,16	sin (μ	+351,1)	+ 0,26	sin (2μ	+ 161,4)	+ 0,07	sin (3μ	+206,6)
Février..	B =	567,31	+ 0,16	sin (μ	+356,4)	+ 0,27	sin (2μ	+ 151,6)	+ 0,04	sin (3μ	+219,8)
Mars	B =	558,90	+ 0,18	sin (μ	+ 0,0)	+ 0,22	sin (2μ	+ 156,5)	+ 0,02	sin (3μ	+206,6)
Avril	B =	563,67	+ 0,17	sin (μ	+344,7)	+ 0,16	sin (2μ	+ 132,5)	+ 0,02	sin (3μ	+270,0)
Mai.....	B =	564,80	+ 0,14	sin (μ	+335,2)	+ 0,23	sin (2μ	+ 122,7)	+ 0,05	sin (3μ	+291,8)
Juin	B =	567,24	+ 0,27	sin (μ	+331,6)	+ 0,21	sin (2μ	+ 123,6)	+ 0,09	sin (3μ	+285,5)
Juillet..... .	B =	569,55	+ 0.20	sin (μ	+319,1)	+ 0,16	sin (2μ	+ 127,6)	+ 0,06	sin (3μ	+284,0)
Août.....	B =	569,85	+ 0,21	sin (μ	+353,0)	+ 0,20	sin (2μ	+ 140,8)	+ 0,03	sin (3μ	+336,6)
Septembre.....	B =	566,92	+ 0,18	sin (μ	+327,7)	+ 0,21	sin (2μ	+ 131,2)	+ 0,03	sin (3μ	+248,2)
Octobre	B =	565,76	+ 0,18	sin (μ	+ 22,4)	+ 0,26	sin (2μ	+ 155,4)	+ 0,04	sin (3μ	+225,0)
Novembre... ..	B =	565,28	+ 0,14	sin (μ	+ 21,0)	+ 0,31	sin (2μ	+ 157,5)	+ 0,04	sin (3μ	+206,6)
Hiver.....	B =	564,31	+ 0,13	sin (μ	+334,2)	+ 0,26	sin (2μ	+ 156,0)	+ 0,06	sin (3μ	+207,8)
Printemps	B =	562,44	+ 0,16	sin (μ	+347,2)	+ 0,20	sin (2μ	+ 136,4)	+ 0,03	sin (3μ	+270,0)
Eté	B =	568,90	+ 0,22	sin (μ	+333,8)	+ 0,18	sin (2μ	+ 131,7)	+ 0,06	sin (3μ	+298,4)
Automne.....	B =	565,98	+ 0,15	sin (μ	+ 3,7)	+ 0,25	sin (2μ	+ 151,4)	+ 0,03	sin (3μ	+203,4)
Année.....	B =	565,41	+ 0,16	sin (μ	+345,1)	+ 0,22	sin (2μ	+ 145,7)	+ 0,03	sin (3μ	+246,8)

Si l'on compare la hauteur moyenne du baromètre pour chaque mois avec les valeurs moyennes, que j'ai déduites pour Genève de 25 années, 1836-60 (v. *Climat de Genève*) et pour le St-Bernard de 20 années 1841—60 (v. *Archives*, tome XIII), on trouve les différences suivantes :

	GENÈVE.	SAINT-BERNARD.
	mm	mm
Décembre 1862	+ 3,07	+ 2,21
Janvier 1863 .	+ 0,17	+ 1,58
Février	+ 8,74	+ 7,71
Mars...	— 1,65	— 1,55
Avril...	+ 2,93	+ 2,91
Mai.	+ 0,54	+ 1,38
Juin..... .	+ 0,21	+ 0,21
Juillet.....	+ 1,32	+ 1,14
Août...	+ 0,54	+ 1,60
Septembre ...	+ 0,43	— 0,17
Octobre	— 0,16	+ 1,30
Novembre	+ 4,52	+ 3,49
Année.....	+ 1,67	+ 1,77

Dans les deux stations la pression atmosphérique a été notablement plus forte que de coutume pendant l'année 1863 ; à Genève, la différence dépasse toutes celles qui ont été observées depuis 1826, elle est plus de trois fois plus grande que le chiffre qui représente l'écart probable d'une année avec la moyenne, j'avais trouvé $\pm 0^{mm},51$ pour cet écart probable. Il n'y a que deux mois pendant lesquels la hauteur du baromètre a été au-dessous de sa valeur moyenne et seulement dans les limites de l'écart probable, pendant tous les autres elle a été au-dessus, et d'une quantité qui dépasse les limites de l'écart probable, dans les mois de février, avril, juillet et novembre.

Avec les données suivantes pour l'année 1863 : 728^{mm},13 et 565^{mm},41 pour la hauteur moyenne du baromètre dans les deux stations, + 10°,15 et — 0°,74 pour la température moyenne de l'air, 0,77 et 0,80 pour la fraction moyenne de saturation, je trouve d'après mes tables hypsométriques, 2068^{m},6 pour la différence d'altitude ; le nivellement direct a donné 2070^{m},3.

J'ai réuni dans les tableaux suivants les données qui permettent d'apprécier la variabilité du baromètre dans les deux stations, soit que l'on considère l'écart absolu entre la hauteur du baromètre pour un jour et la valeur normale, soit que l'on considère la variation entre deux jours consécutifs. L'écart moyen dans chaque mois a été calculé par la somme des carrés de tous les écarts du mois, de même aussi la variation moyenne entre deux jours consécutifs. Il est à noter, comme un fait très-exceptionnel, que pendant tout le mois de février le baromètre a été au-dessus de sa hauteur normale, au St-Bernard aussi bien qu'à Genève ; on ne trouve donc que des écarts positifs, dont j'ai indiqué le plus faible à la place d'un écart négatif.

GENÈVE 1863.

ÉPOQUE.	Écarts négatifs.	Écarts positifs.	Nombre de changements de signe.	Écarts moyens.	Écarts extrêmes négatifs.	Écarts extrêmes positifs.	Écarts moyens entre 2 j. consécut.	Écarts extrêmes entre deux jours consécutifs. négatifs	Écarts extrêmes entre deux jours consécutifs. positifs
				mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décemb. 1862	7	24	5	±7,90	— 9,10 le 21	+13,41 le 26	±1,91	— 9,35 le 29	+ 9,74 le 30
Janvier 1863.	16	15	7	7,04	—15,28 le 7	+13,47 le 26	4,27	— 6,63 le 17	+ 9,67 le 11
Février.....	0	28	0	8,90	+ 1,34 le 8	+12,39 le 26	3,08	— 7,98 le 7	+ 7,15 le 24
Mars.....	16	15	2	7,60	—15,95 le 15	+11,33 le 24	3,62	— 6,36 le 8	+ 9,39 le 16
Avril.	6	24	6	4,08	— 2,56 le 29	+10,74 le 25	2,13	— 4,08 le 28	+ 3,76 le 23
Mai..... ...	13	18	7	3,90	— 8,34 le 24	+ 6,34 le 27	3,10	— 5,97 le 21	+ 8,53 le 19
Juin	12	18	6	2,78	— 4,25 le 10	+ 4,75 le 22	2,31	— 5,08 le 5	+ 5,13 le 20
Juillet.... ..	10	21	6	2,87	— 4,89 le 18	+ 6,84 le 1	1,49	— 3,23 le 17	+ 2,19 le 23
Août.....	11	20	8	2,69	— 6,30 le 27	+ 4,54 le 9	2,02	— 3,96 le 24	+ 3,55 le 28
Septembre...	8	22	6	5,50	—17,01 le 22	+ 6,93 le 12	3,77	—10,36 le 20	+ 7,17 le 23
Octobre.. ...	16	15	4	4,31	— 8,22 le 12	+ 7,00 le 19	2,69	— 4,06 le 27	+ 5,54 le 2
Novembre ...	6	24	3	6,96	— 9,75 le 12	+12,61 le 5	4,41	— 6,69 le 8	+12,83 le 2
Année	121	244	60	±5,38	—17,01 le 22 septembre	+13,47 le 26 janvier	±3,15	—10,36 le 20 septembre	+12,83 le 2 novembre

SAINT-BERNARD 1863.

ÉPOQUE.	Écarts négatifs.	Écarts positifs.	Nombre de changements de signe.	Écarts moyens.	Écarts extrêmes négatifs.	Écarts extrêmes positifs.	Écarts moyens entre 2 j. consécut.	Écarts extrêmes entre deux jours consécutifs. négatifs	Écarts extrêmes entre deux jours consécutifs. positifs
				mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décemb. 1862	9	22	7	±6,79	—11,06 le 21	+11,33 le 26	±4,26	— 7,78 le 18	+ 8,04 le 23
Janvier 1863.	13	18	4	5,92	—10,93 le 7	+11,65 le 26	3,65	— 6,30 le 17	+ 9,59 le 21
Février.....	0	28	0	7,91	+ 1,36 le 9	+11,71 le 6	2,63	— 7,33 le 7	+ 5.70 le 24
Mars.....	14	17	5	6,68	—13,68 le 15	+ 9,67 le 25	3,03	— 4,83 le 8	+ 7,76 le 16
Avril.	3	27	3	3,55	— 4,58 le 29	+ 6,98 le 26	2,03	— 6,94 le 28	+ 3,04 le 29
Mai..... ...	9	22	6	3,90	— 8,79 le 24	+ 5,58 le 28	2 51	— 5,03 le 22	+ 7,59 le 26
Juin	11	19	6	3,11	— 5,03 le 12	+ 5,89 le 25	1,91	— 3,64 le 18	+ 3 92 le 20
Juillet.....	10	21	6	2,79	— 3,92 le 19	+ 6,62 le 2	1.34	— 2,45 le 17	+ 2,76 le 20
Août..	10	21	4	3,70	— 7,76 le 20	+ 7,24 le 9	1,90	— 4,46 le 16	+ 3.27 le 20
Septembre...	10	20	6	4,50	—16,35 le 22	+ 4,73 le 13	3,15	— 9,56 le 21	+ 7,98 le 23
Octobre.. ...	11	20	5	3,57	— 5,85 le 12	+ 7,87 le 19	2,49	— 4,77 le 11	+ 5,63 le 2
Novembre ...	6	24	3	6,10	—10,46 le 11	+ 9,73 le 20	3.54	— 6,31 le 10	+10,13 le 12
Année	106	259	55	±4,88	—16,35 le 22 septembre	+11,71 le 6 février	±2,73	— 9,56 le 21 septembre	+10,13 le 12 novembre

Ces chiffres montrent que l'amplitude des variations accidentelles du baromètre est moindre dans la station élevée que dans la plaine ; tous les écarts sont diminués, cependant dans un rapport moindre que celui des pressions. Ces variations accidentelles sont souvent assez différentes dans les deux stations, malgré la petite distance qui les sépare dans le sens horizontal, et l'on doit en chercher la cause dans la température de la couche d'air intermédiaire, dont la dilatation ou la contraction doit augmenter ou diminuer la pression dans la station supérieure.

On a relevé également le maximum absolu et le minimum absolu de la pression observée pendant chaque mois, ainsi que l'amplitude totale de l'excursion ; voici les chiffres pour les deux stations :

GENÈVE 1863.

	Maximum.	Date.	Minimum.	Date.	Amplitude.
	mm		mm		mm
Décembre 1862	741,71	le 26	717,59	le 20	24,12
Janvier 1863...	741,53	le 26	708,11	le 7	33,42
Février	740,30	le 16	726,00	le 8	14,30
Mars	736,54	le 24	707,56	le 15	28,98
Avril	736,08	le 25	720,51	le 7	15,57
Mai	733,07	le 28	715,26	le 24	17,81
Juin..	733,93	le 30	720,98	le 6	12,95
Juillet..... .	734,72	le 1	721,98	le 18	12,74
Août	733,52	le 9	720,09	le 27	13,43
Septembre . ..	734,73	le 12	709,09	le 22	25,64
Octobre.....	733,86	le 19	717,18	le 12	16,68
Novembre.....	739,65	le 5	711,95	le 11	27,70
Année.	741,71	le 26 déc. 1862.	707,56	le 15 mars.	34,15

SAINT-BERNARD 1863.

	Maximum.	Date.	Minimum.	Date.	Amplitude.
	mm		mm		mm
Décembre 1862	573,29	le 17	548,29	le 20	25,00
Janvier 1863 . .	573 16	le 26	547,35	le 7	25,81
Février	573,51	le 6	560,87	le 9	12,64
Mars	570.01	le 25	543.78	le 16	26,23
Avril	569,11	le 25	556,74	le 29	12 37
Mai..... .	570.71	le 29	555,07	le 24	15,64
Juin...	573,79	le 25	560,62	le 12	13,17
Juillet	574,96	le 2	563 63	le 19	11,33
Août.....	576,32	le 9	559.74	le 20	16,58
Septembre . .	572,00	le 13	549,44	le 22	22,56
Octobre	572,51	le 19	557,45	le 12	15,09
Novembre.....	573,92	le 5	550,33	le 12	23,59
Année	576,32	le 9 août.	543,78	le 16 mars.	32,54

État hygrométrique de l'air.

Les résultats des observations psychrométriques faites à Genève pendant l'année 1863 sont consignés dans les tableaux suivants ; pour la tension de la vapeur, la moyenne des 24 heures a été déduite de la moyenne des 9 observations diurnes, en ajoutant une correction tirée des formules auxquelles j'étais arrivé dans mon Mémoire sur le climat de Genève, pour représenter la variation diurne de cet élément ; j'ai ajouté le minimum absolu et le maximum absolu observés dans le courant de chaque mois. J'ai calculé directement d'après les 9 observations les formules qui représentent la variation diurne de la fraction de saturation pour chaque mois de l'année 1863 ; c'est d'après ces formules qu'ont été interpolés les chiffres qui donnent la fraction pour minuit, 14 heures et 16 heures Dans les mois où le maximum de la fraction de saturation a atteint l'unité, j'indique le nombre de cas où le maximum a été atteint, c'est-à-dire où l'air était saturé au moment de l'observation.

GENÈVE 1863.— Tension de la vapeur.

ÉPOQUE.	Midi.	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	18 h.	20 h.	22 h.	TENSION moyenne des 24 h.	TENSION Minimum absolu.	TENSION Maximum absolu
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Déc. 1862.	4,83	4,81	4,93	4,86	4,64	4,62	4,51	4,46	4,71	4,69	2,46	7,91
Janvier 1863.	4,69	4,69	4,68	4,65	4,64	4,62	4,42	4,39	4,45	4,56	3,16	6,19
Février.....	4,13	4,17	4,18	4,21	4,25	4,19	3,84	3,89	4,12	4,08	2,57	7,16
Mars.....	4,81	4,70	4,76	4,92	4,97	4,87	4,58	4,71	4,91	4,75	2,99	7,30
Avril.....	7,04	6,81	6,49	6,50	6,65	6,77	6,13	7,10	6,96	6,70	3,26	9,82
Mai.....	8,63	8,44	8,41	8,18	8,64	8,72	8,37	8,90	8,94	8,55	5,00	12,97
Juin.....	10,16	10,42	10,12	10,30	10,57	10,54	10,30	10,64	10,45	10,36	5,53	16,71
Juillet.....	10,85	10,70	10,53	10,53	10,88	10,64	10,37	10,80	11,06	10,66	6,22	15,26
Août.....	10,66	10,40	10,19	11,08	11,43	11,27	10,48	11,21	11,00	10,74	5,62	15,00
Septembre.	9,28	9,09	8,95	9,41	9,11	8,87	8,35	9,16	9,40	8,91	5,35	13,01
Octobre....	8,97	8,90	8,86	8,86	8,51	8,26	7,77	8,21	8,73	8,43	5,79	11,21
Novembre...	5,94	5,95	5,94	5,84	5,83	5,72	5,68	5,79	5,98	5,82	4,11	8,97
Hiver.....	4,56	4,58	4,61	4,59	4,52	4,49	4,27	4,26	4,44	4,45	2,46	7,91
Printemps...	6,83	6,65	6,56	6,53	6,75	6,79	6,46	6,90	6,91	6,67	2,99	12,97
Eté.....	10,56	10,51	10,29	10,64	10,96	10,82	10,38	10,89	10,84	10,58	5,53	16,71
Automne....	8,07	7,99	7,93	8,05	7,82	7,62	7,27	7,73	8,04	7,73	4,11	13,01
Année.....	7,52	7,45	7,36	7,47	7,53	7,45	7,11	7,46	7,58	7,37	2,46	16,71

GENÈVE 1863. — Fraction de saturation en millièmes.

ÉPOQUE.	Midi.	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h	22 h.	Fraction moy.	Min. absolu.	Maximum absolu.[1]
Déc 1862...	782	757	829	858	849	886	904	918	916	921	903	853	865	430	1000, 36 fois.
Janv. 1863..	769	725	753	820	846	877	893	905	910	909	899	824	841	400	1000, 34 »
Février.....	658	607	604	679	782	857	895	910	941	947	924	757	797	400	1000, 37 »
Mars.....	622	581	608	682	742	797	840	868	891	894	837	711	756	330	1000, 12 »
Avril..... .	608	558	545	594	690	764	818	864	908	892	796	663	725	280	1000, 2 »
Mai..... .	581	540	540	576	689	770	828	872	904	879	750	662	716	310	1000, 8 »
Juin..	607	601	574	612	719	792	839	875	896	854	731	660	730	320	990
Juillet.....	520	495	485	520	625	697	761	819	841	798	670	602	653	270	910
Août..	503	458	459	553	668	732	784	837	871	835	690	584	664	164	1000, 5 »
Septembre..	670	622	617	713	782	821	845	878	914	910	836	729	778	410	1000, 14 »
Octobre	798	766	783	865	891	913	928	947	958	951	926	856	882	420	1000, 29 »
Novembre ..	781	776	798	834	862	869	881	890	898	901	898	852	853	480	1000, 23 »
Hiver	739	699	733	789	827	874	897	911	922	926	908	814	837	400	1000, 107 fois.
Printemps .	604	560	565	618	707	777	829	868	901	888	794	679	732	280	1000, 22 »
Eté	543	517	505	561	670	740	794	843	870	829	697	615	682	164	1000, 5 »
Automne....	751	722	734	805	845	868	885	905	924	921	887	813	838	410	1000, 66 »
Année	658	624	633	692	762	814	851	882	904	891	821	729	772	164	1000, 200 fois.

[1] Pendant l'année 1863, l'air n'a pas été saturé une seule fois pendant un jour entier.

Formules de la variation diurne de la fraction de saturation.

Décembre 1862....	$H = 865 + 065 \sin (\mu + 230{,}0^\circ) + 026 \sin (2\mu + 247{,}4^\circ) + 016 \sin (3\mu + 232{,}4^\circ)$
Janvier 1863.....	$H = 841 + 084 \sin (\mu + 228{,}1) + 028 \sin (2\mu + 217{,}7) + 007 \sin (3\mu + 206{,}6)$
Février	$H = 797 + 174 \sin (\mu + 221{,}0) + 042 \sin (2\mu + 211{,}4) + 011 \sin (3\mu + 326{,}3)$
Mars	$H = 756 + 150 \sin (\mu + 225{,}0) + 035 \sin (2\mu + 235{,}4) + 007 \sin (3\mu + 282{,}1)$
Avril	$H = 725 + 177 \sin (\mu + 220{,}8) + 017 \sin (2\mu + 249{,}4) + 016 \sin (3\mu + 22{,}5)$
Mai.....	$H = 716 + 184 \sin (\mu + 225{,}0) + 010 \sin (2\mu + 253{,}3) + 016 \sin (3\mu + 30{,}7)$
Juin	$H = 730 + 158 \sin (\mu + 230{,}9) + 006 \sin (2\mu + 341{,}6) + 020 \sin (3\mu + 36{,}9)$
Juillet.....	$H = 653 + 176 \sin (\mu + 225{,}8) + 010 \sin (2\mu + 315{,}0) + 014 \sin (3\mu + 55{,}6)$
Août.....	$H = 664 + 197 \sin (\mu + 230{,}7) + 022 \sin (2\mu + 249{,}8) + 017 \sin (3\mu + 61{,}9)$
Septembre.	$H = 778 + 139 \sin (\mu + 226{,}2) + 032 \sin (2\mu + 228{,}8) + 010 \sin (3\mu + 60{,}9)$
Octobre.....	$H = 882 + 087 \sin (\mu + 231{,}0) + 028 \sin (2\mu + 227{,}9) + 006 \sin (3\mu + 170{,}5)$
Novembre...	$H = 853 + 058 \sin (\mu + 225{,}4) + 025 \sin (2\mu + 226{,}6) + 007 \sin (3\mu + 227{,}6)$
Hiver.....	$H = 837 + 127 \sin (\mu + 225{,}0) + 030 \sin (2\mu + 222{,}3) + 008 \sin (3\mu + 252{,}6)$
Printemps	$H = 732 + 170 \sin (\mu + 223{,}5) + 021 \sin (2\mu + 244{,}7) + 011 \sin (3\mu + 21{,}8)$
Eté	$H = 682 + 179 \sin (\mu + 228{,}8) + 011 \sin (2\mu + 280{,}3) + 018 \sin (3\mu + 52{,}8)$
Automne.....	$H = 838 + 094 \sin (\mu + 227{,}4) + 028 \sin (2\mu + 230{,}7) + 003 \sin (3\mu + 135{,}0)$
Année.....	$H = 772 + 138 \sin (\mu + 226{,}3) + 022 \sin (2\mu + 236{,}3) + 005 \sin (3\mu + 38{,}7)$

Comparée à la moyenne des 12 années 1849—1860, l'année 1863 présente les écarts suivants sur la tension de la vapeur, sur la fraction de saturation et sur le nombre de cas de saturation.

	Excès de la tension moyenne.	Excès de la fraction de saturation.	Excès du nombre des cas de saturation.
	mm		
Décembre 1862..	+ 0,54	— 006	— 7
Janvier 1863....	+ 0,41	— 013	+ 3
Février.....	— 0,08	— 026	+ 22
Mars.	+ 0,30	+ 005	+ 3
Avril.....	+ 0,87	+ 012	— 3
Mai.	+ 0,99	— 008	+ 4
Juin	+ 0,46	+ 020	— 3
Juillet.	+ 0,14	— 028	— 2
Août.....	+ 0,12	— 052	+ 3
Septembre.....	— 0,48	— 007	+ 8
Octobre	+ 0,70	+ 040	+ 2
Novembre	+ 0,54	+ 007	+ 6
Hiver..... ..	+ 0,30	— 014	+ 18
Printemps.. ...	+ 0,71	+ 002	+ 4
Été	+ 0,23	— 020	— 2
Automne	+ 0,26	+ 014	+ 16
Année	+ 0,37	— 004	+ 36

La tension de la vapeur a été en général plus forte que de coutume pendant l'année 1863, les mois de février et de septembre étant les seuls qui donnent une différence négative; la différence positive dépasse assez notablement les limites de l'écart probable dans les mois de décembre, avril, mai et octobre. La fraction de saturation, au contraire, a été un peu plus faible que de coutume; le mois d'octobre est le seul qui présente un excédant positif un peu considérable et dépassant les limites de l'écart probable. Le mois d'août présente, au contraire, un excédant négatif supérieur à l'écart probable; pour tous les autres mois les différences sont très-peu considérables.

Des vents.

Les chiffres qui représentent l'intensité avec laquelle chaque vent a soufflé à Genève, pendant l'année 1863, sont :

Vents observés à Genève, dans l'année 1863.

	Décembre 1862	Janvier 1863	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septemb.	Octobre.	Novemb.	Année.
Calme	3	4	1	0	7	9	2	1	11	2	2	1	43
N....	20	18	87	71	77	110	71	96	74	43	31	58	756
NNE.	46	28	32	89	34	28	19	59	22	19	35	66	477
NE...	23	13	8	18	10	16	8	11	9	10	15	18	159
ENE..	3	2	3	3	2	0	1	3	4	0	4	6	31
E....	14	7	13	6	5	3	4	6	4	6	8	14	90
ESE..	8	1	1	1	1	1	0	2	1	3	3	11	33
SE.	23	6	4	4	7	1	7	6	9	6	13	10	96
SSE..	27	7	5	5	7	7	13	11	3	12	8	11	116
S....	42	72	43	36	20	25	35	30	45	55	41	27	471
SSO.	63	81	55	53	34	34	93	45	52	102	68	47	727
SO...	17	35	12	31	34	14	23	15	34	25	33	23	296
OSO..	1	5	0	11	12	7	10	8	1	9	6	5	78
O....	12	20	4	9	9	10	14	10	12	6	15	9	130
ONO..	1	7	0	1	2	1	2	2	0	2	1	3	22
NO...	3	9	6	0	10	11	6	5	4	1	3	6	64
NNO..	12	5	12	18	22	27	10	23	16	15	13	8	181

De ces chiffres on déduit l'intensité relative des deux principaux courants atmosphériques, les vents du nord-est et ceux du sud-ouest, ainsi que la direction et l'intensité de la résultante de tous les vents, calculées par la formule de Lambert.

	RAPPORT. Vents NE. à SO.	RÉSULTANTE. Direction.	RÉSULTANTE. Intensité sur 100.	Calme sur 100.
Décembre 1862.	0,78	S 23°,8 E	25	1
Janvier 1863...	0,32	S 27.7 O	18	1
Février.....	1,25	N 6,1 O	11	0
Mars.....	1,34	N 6,9 O	24	0
Avril.....	1,17	N 36,6 O	24	3
Mai.....	1,74	N 15,7 O	39	3
Juin.....	0,59	S 49,4 O	33	1
Juillet	1,62	N 10,4 O	20	0
Août.....	0,77	S 77,6 O	14	4
Septembre.....	0,40	S 24,5 O	42	1
Octobre.....	0,57	S 25,4 O	23	1
Novembre.....	1,46	N 43,8 E	11	0
Année.....	0,89	S 84,1 O	8	1

En somme, dans l'année, les vents du sud-ouest ont soufflé plus fréquemment que de coutume, ainsi qu'on le voit par le chiffre qui exprime la fréquence relative des vents du nord-est et de ceux du sud-ouest, chiffre plus petit que l'unité en 1863, tandis que sa valeur moyenne est de 1,17, et par la direction de la résultante. En relevant le nombre de jours de fort vent du nord ou de fort vent du midi dans chaque mois, on trouve :

	Nombre de jours de forte bise.	Nombre de jours de fort vent de midi.
Décembre 1862.	4	3
Janvier 1863...	3	6
Février.....	4	1
Mars.....	7	5
Avril	2	3
Mai	2	1
Juin.....	1	6
Juillet	5	3
Août.....	1	4
Septembre	1	6
Octobre.....	1	3
Novembre	5	3
Année	35	44

Les vents observés au St-Bernard, pendant l'année 1863, sont :

	VENTS.			RÉSULTANTE.		
	NE.	SO.	Rapport.	Direction.	Intensité sur 100.	Calme sur 100.
Déc. 1862 .	202	55	3,64	N 45° E	53	31
Janv. 1863..	147	135	1,09	N 45 E	4	24
Février.....	132	21	6,29	N 45 E	44	44
Mars	227	95	2,39	N 45 E	47	34
Avril	141	59	2,39	N 45 E	30	37
Mai	84	82	1,02	N 45 E	1	47
Juin	142	82	1,73	N 45 E	22	26
Juillet.....	218	48	4,54	N 45 E	61	13
Août... .	192	113	1,70	N 45 E	28	16
Septembre.	127	140	0,91	S 45 O	5	14
Octobre.....	82	163	0.50	S 45 O	29	24
Novembre ..	134	92	1,46	N 45 E	16	31
Année.	1828	1085	1,68	N 45 E	23	28

De la pluie.

Le relevé du nombre de jours et d'heures de pluie, ou de neige, ainsi que de la quantité d'eau tombée, fournit les résultats suivants, à Genève et au St-Bernard, pendant l'année 1863 :

	GENÈVE.			SAINT-BERNARD.		
	Nombre de jours.	Eau tombée. mm	Nombre d'heures.	Nombre de jours.	Eau tombée. mm	Nombre d'heures.
Décembre 1862	11	37,7	52	10	55,7	75
Janvier 1863.	17	87,3	100	15	79,7	124
Février	2	3,6	9	2	0,0	0
Mars	12	51,4	78	11	81,8	91
Avril..... .	13	45,1	53	4	30,2	24
Mai	9	31,3	34	11	94,7	52
Juin	13	164,6	98	13	135,4	64
Juillet.....	7	4,6	10	8	34,3	22
Août....	10	107,6	48	14	221,7	78
Septembre....	11	234,2	101	12	241,1	86
Octobre	11	71,6	73	15	319,3	121
Novembre	10	26,5	49	10	35,5	49
Hiver..... .	30	128,6	161	27	135,4	199
Printemps	34	127,8	165	26	206,7	167
Été	30	276,8	156	35	391,4	164
Automne	32	332,3	223	37	595,9	256
Année.....	126	865,5	705	125	1329,4	786

A Genève, il n'est presque point tombé de neige pendant l'hiver, il n'y a que deux jours où il en soit tombé en quantité suffisante, pour que la hauteur ait pu être mesurée, savoir 17 mm le 21 décembre et 120mm le 5 janvier, et elle n'est restée que très-peu de jours sur le sol. Dans d'autres cas la neige tombait mélangée avec de la pluie, et fondait au fur et à mesure, sans prendre pied.

La comparaison de l'année 1863, avec la moyenne des 36 années 1826-61, donne les différences suivantes pour Genève, sur le nombre de jours de pluie et sur la quantité d'eau tombée.

	Excès sur le nombre de jours de pluie.	Excès sur la quantité d'eau tombée.
Décembre 1862.	+ 2	— 15mm,1
Janvier 1863...	+ 8	+ 40,9
Février	— 6	— 33,6
Mars	+ 3	+ 9,4
Avril	+ 2	— 13,6
Mai.	— 3	— 51,0
Juin	+ 3	+ 89,0
Juillet	— 3	— 67,1
Août.....	0	+ 28,3
Septembre	0	+ 133,4
Octobre	0	— 28,8
Novembre.....	0	— 51,8
Hiver	+ 4	— 7,8
Printemps.....	+ 2	— 55,2
Été.	0	+ 50.2
Automne.....	0	+ 52,8
Année	+ 6	+ 40,0

Il y a ainsi un léger excédant dans le nombre de jours de pluie et dans la quantité d'eau tombée ; mais il est à remarquer que l'excédant dans le nombre de jours de pluie tombe sur l'hiver et sur le printemps, quoique la quantité d'eau soit moindre que de coutume, tandis qu'il en est tombé une plus forte quantité en été et en au-

tomne, le nombre de jours pluivieux n'ayant pas dépassé la moyenne dans ces deux saisons. Sur le nombre total de 126 jours de pluie, relevé, pour Genève, pendant l'année 1863, il en est 11, pour lesquels la quantité d'eau tombée ne dépasse pas 2 dixièmes de millimètre ; il se trouve, par contre, plusieurs cas de chute d'eau très-abondante. Il est arrivé sept fois que la quantité d'eau tombée pendant un jour a dépassé 30 ^{mm}, le 29 août il est tombé 61^{mm},1 dans un intervalle de 16 heures, et même, au mois de septembre, il est tombé 118^{mm},7 en une seule fois, la pluie ayant duré, avec une seule heure d'interruption, pendant 35 heures, du 24, à 6 heures du matin, au 25, à 6 heures du soir ; la plus forte partie, savoir 82 ^{mm},6 revient au 25, la pluie ayant été beaucoup plus abondante le second jour que le premier.

J'ai formé, comme pour les années précédentes, le tableau suivant qui fait ressortir d'une manière plus claire la distribution de la pluie dans les différents mois ; ce tableau renferme, pour les deux stations, la durée relative de la pluie, c'est-à-dire le quotient obtenu en divisant le nombre d'heures de pluie dans chaque mois par le nombre total d'heures dans le mois, le nombre moyen d'heures de pluie par jour pluvieux, enfin la quantité moyenne d'eau tombée dans une heure de pluie.

	GENÈVE.			SAINT-BERNARD.		
	Durée relative de la pluie.	Nombre moy. d'heures par jour.	Eau tombée dans 1 h.	Durée relative de la pluie.	Nombre moy. d'heures par jour.	Eau tombée dans 1 h.
			mm			mm
Déc. 1862..	0,070	4,73	0,72	0,108	7,50	0,74
Janv. 1863..	0,134	5,88	0,87	0,167	8,26	0,64
Février....	0,013	1,50	0,40	0,000	0,00	0,00
Mars.....	0,105	6,50	0,66	0,122	8,27	0,90
Avril....	0,074	4,10	0 85	0,033	6,00	1,26
Mai.....	0,046	3,78	0,92	0,070	4,73	1,82
Juin.....	0,136	7,54	1,68	0,089	4,92	2,12
Juillet.....	0,013	1,43	0,46	0,030	2,75	1,56
Août.....	0,065	4,80	2,24	0,105	5,57	2,84
Septembre..	0,140	9,18	2,32	0,119	7,17	2,80
Octobre....	0,098	6,64	0,98	0,163	8,01	2,64
Novembre..	0,068	4,90	0,54	0,068	4,90	0,72
Hiver.....	0,075	5,37	0,80	0,092	7,37	0,68
Printemps..	0,075	4,85	0.77	0,076	6,42	1,24
Été.....	0,071	5,20	1.77	0.074	4,69	2,39
Automne...	0,102	6,97	1,49	0,117	6,92	2,33
Année.....	0,080	5,60	1,23	0,090	6,29	1,69

Il n'est tombé comparativement que fort peu de neige au St-Bernard, puisque la hauteur totale ne s'élève qu'à $4^{m},39$, tandis qu'il en tombe, en moyenne, environ dix mètres ; contrairement à ce qui a lieu ordinairement, c'est sous la forme de pluie, et non sous la forme de neige, qu'a eu lieu en très-grande partie la précipitation aqueuse.

Hauteur de la neige tombée au Saint-Bernard dans les différents mois :

	millimètres
Décembre 1862	640
Janvier 1863	1035
Février	0
Mars	940
Avril	150
Mai	295
Juin	180
Juillet	0
Août	0
Septembre	150
Octobre	735
Novembre	265
Année	4390^{mm}

Le nombre de jours, où l'on a entendu le tonnerre à Genève, pendant l'année 1863, s'élève à 25 ; il se répartit, comme suit, entre les différents mois ; les détails relatifs à chaque orage se trouvent dans les tableaux mensuels.

	Jours de tonnerre à Genève.	Jours d'éclairs sans tonnerre.
Décembre 1862	0	0
Janvier 1863	0	0
Février	0	0
Mars	0	0
Avril	1	2
Mai	2	1
Juin	6	3
Juillet	7	0
Août	5	1
Septembre	3	0
Octobre	1	1
Novembre	0	0

Voici, enfin, le nombre de jours, où on a observé, à Genève, des halos autour du soleil, ou autour de la

lune; les détails sur ces phénomènes se trouvent également dans les tableaux mensuels.

	Halo solaire.	Halo lunaire.	Couronne lunaire.
Décembre 1862	1	1	3
Janvier 1863...	0	2	2
Février.....	0	1	3
Mars.....	4	1	3
Avril.....	5	1	4
Mai.....	3	1	2
Juin.....	2	1	1
Juillet.....	0	0	1
Août.....	4	0	0
Septembre...	2	0	1
Octobre.....	1	0	3
Novembre.....	0	0	1
Année.....	22	8	24

État du ciel.

D'après la notation adoptée, la portion du ciel couverte par des nuages est exprimée en dixièmes, 0,0 représentant un ciel parfaitement clair, et 1,0 un ciel entièrement couvert. Un jour est rangé dans la catégorie des jours *clairs*, *peu nuageux*, *très-nuageux* ou *couverts*, selon que la clarté moyenne déduite des neuf observations diurnes est comprise entre les limites respectives de 0,0 et 0,25; 0,25 et 0,50; 0,50 et 0,75; 0,75 et 1,00.

On trouve pour l'année 1863 les nombres suivants pour ces différentes catégories et pour la clarté moyenne du ciel, soit à Genève, soit au St-Bernard.

	GENÈVE.					SAINT-BERNARD.				
	Jours clairs.	Jours nuag.	Jours très-n.	Jours couverts.	Clarté moy.	Jours clairs.	Jours nuag.	Jours très-n.	Jours couverts.	Clarté moy.
Déc. 1862.	2	5	4	20	0,76	9	4	5	13	0,58
Janv. 1863	5	3	4	19	0,72	5	7	4	15	0 63
Février...	14	8	2	4	0,32	22	1	1	4	0,18
Mars.....	7	6	4	14	0,58	8	6	2	15	0,58
Avril... .	11	3	5	11	0,52	6	4	10	10	0,59
Mai.....	7	8	5	11	0,56	4	2	8	17	0,69
Juin	6	5	7	12	0.59	3	7	7	13	0 65
Juillet...	16	10	3	2	0,31	7	9	8	7	0,47
Août ...	11	11	3	6	0,38	9	5	6	11	0,52
Septembre	9	7	4	10	0,51	8	5	3	14	0,57
Octobre..	2	4	6	19	0,74	12	1	3	15	0,56
Novembre	0	3	6	21	0.83	8	5	7	10	0,50
Hiver...	21	16	10	43	0,608	36	12	10	32	0,472
Printemps	25	17	14	36	0,552	18	12	20	42	0.623
Été.....	33	26	13	20	0.426	19	21	21	31	0,548
Automne..	11	14	16	50	0,696	28	11	13	39	0,545
Année ...	90	73	53	149	0,570	101	56	64	144	0,547

Le ciel a été notablement plus clair que de coutume, pendant l'année 1863; en effet, on ne compte en moyenne, à Genève, que 61 jours clairs et 60 jours peu nuageux, soit en tout 121 beaux jours, tandis qu'on en a compté 163 l'année dernière; le chiffre moyen des jours très-nuageux et couverts est de 73 et de 171. Enfin le chiffre qui représente la clarté moyenne du ciel est 0,638, d'après les observations faites depuis 1847, avec un écart probable de $\pm$ 0,028; la différence de — 0,068 trouvée pour l'année 1863 dépasse ainsi notablement les limites de l'écart probable; elle dépasse aussi toutes les différences négatives observées depuis 1847.

Le nombre de jours de brouillard, à Genève, a été trouvé comme suit :

	Brouillard tout le jour.	Brouillard une partie de la journée.	Nombre total.
Décembre 1862...	1	5	6
Janvier 1863	2	2	4
Février	2	1	3
Mars	0	0	0
Avril	0	1	1
Mai.	0	1	1
Juin.....	0	0	0
Juillet..... .	0	0	0
Août.....	0	0	0
Septembre	0	0	0
Octobre	3	7	10
Novembre	2	3	5
Année	10	20	30

DE LA CAUSE PHYSIQUE DE L'ÉPOQUE GLACIAIRE, par E. FRANKLAND. (*Philosophical Magazine*, Mai 1864.)

Il est peu de circonstances qui aient exercé plus d'influence sur l'état présent de la surface physique de notre globe que la présence d'anciens glaciers, d'une étendue et d'une grandeur qui n'ont aucun rapport avec leur étendue et leur grandeur actuelles. Cette présence signalée pour la première fois en Suisse par Venetz et en Norwége par le professeur Esmar, est devenue un fait acquis à la science et on a fini par en trouver des traces dans presque toutes les contrées du globe, même dans celles, comme la Grande-Bretagne, où il n'existe plus de glaciers quelconques. Nous ne suivrons pas l'auteur dans les détails géologiques qu'il donne pour démontrer par les traces qu'ils ont laissées de leur présence, l'existence des anciens glaciers; c'est surtout en observant la direction des stries sur les roches *moutonnées*, en particulier en Norwége, qu'il a ajouté de nouvelles données à celles qu'on possédait déjà à cet égard. Mais le point essentiel de son travail est, comme nous l'avons déjà dit, de chercher à expliquer comment il avait pu se faire qu'à une époque reculée, la surface de notre planète ait été si différente de ce qu'elle est actuellement, et quel a dû être son état thermique pour que de vastes masses de glace occupassent alors des régions dont la plupart sont maintenant recouvertes de riches pâturages et de récoltes abondantes.

Différentes hypothèses ont été mises en avant pour donner une explication de ce singulier phénomène. Fournier, admettant que la température de l'espace n'est pas uniforme, avait supposé que notre système planétaire, en accomplissant son trajet à travers le monde stellaire, passe par des régions tantôt plus chaudes, tantôt plus froides. Dans cette hypothèse l'époque glaciaire serait survenue pendant que le système auquel notre terre appartient se trouvait passer à travers une portion de l'espace relativement plus froide. D'autres savants ont émis l'idée que la chaleur qui émane du soleil est sujette à varier et que l'époque glaciaire était l'effet de ce qu'on pourrait appeler la période solaire de froid. M. W. Hopkins est disposé à admettre que l'époque glaciaire a pu provenir d'une distribution différente des eaux et des terres fermes, et en particulier d'un changement dans la direction des courants d'eau chaude cheminant des régions tropicales vers les mers polaires ; changement qui a pu suffire pour rendre certains climats plus froids qu'ils ne le sont actuellement. Enfin le professeur Kämtz estime qu'à l'époque glaciaire les montagnes étaient plus élevées qu'elles ne le sont actuellement, le Mont-Blanc atteignant, par exemple, une altitude de 20,000 pieds, les formations secondaires et tertiaires ayant été pendant cette époque déplacées de leurs sommets.

Toutes ces hypothèses ont contre elles de grandes objections géologiques, surtout quand on considère que le phénomène de l'époque glaciaire s'est étendu sur presque toute la surface du globe ; aussi n'ont-elles jamais été acceptées complétement. Les deux premières surtout sont fondées sur un principe qui repose lui-même sur une conception complétement erronée des conditions né-

cessaires à la formation des glaciers. En effet, plusieurs observateurs, et Tyndall en particulier, ont montré que la chaleur est aussi nécessaire que le froid à la formation des glaciers, puisqu'il faut pour cette formation successivement *gelée*, *dégel* et *regel*, et pour qu'elle s'opère avec une grande activité, il faut même de grandes différences de température. Tyndall n'indique point quelle peut-être la cause de ces différences, mais il se contente de montrer que les hypothèses en question sont non-seulement insuffisantes pour expliquer le phénomène, mais de nature à amener un état de choses qui aurait coupé à leur source les glaciers, en diminuant l'évaporation sur laquelle repose essentiellement leur existence. C'est seulement une grande différence de température entre la terre ferme et l'Océan qui peut, en augmentant l'activité de l'évaporation, produire une grande extension des glaciers.

Mais, avant d'exposer la théorie de M. Frankland, nous devons rappeler que d'autres physiciens avaient cherché déjà, il y a douze ans environ, à expliquer l'époque glaciaire d'une manière qui se rapproche beaucoup de la sienne, du moins en un point; explication qu'il passe sous silence, n'en ayant pas probablement eu connaissance.

Le point dont il s'agit, c'est qu'il n'est point nécessaire de supposer un changement dans la température climatérique actuelle pour expliquer l'apparition des grands glaciers, mais qu'il suffit simplement d'admettre la présence d'une quantité beaucoup plus considérable de vapeur aqueuse dans l'atmosphère. Il a dû en résulter nécessairement une plus grande précipitation d'eau sous forme de neige sur les hautes montagnes, et dès lors une

extension plus considérable des glaciers descendant de ces montagnes.

Arrêtons-nous un instant sur ce point; nous passerons ensuite au second, savoir la cause de cette abondance excessive de vapeur d'eau dans l'atmosphère, point sur lequel M. Frankland émet de nouvelles idées très-ingénieuses.

A l'occasion de deux communications intéressantes faites à l'Académie des Sciences de Paris en 1851, l'une par M. Colomb sur l'époque de l'apparition des glaciers dans l'Europe centrale [1], l'autre par M. Constant Prevost sur l'apparition récente des glaciers, etc. [2], je publiai, soit dans le *Compte rendu de l'Académie des Sciences* [3], soit dans les *Archives des sciences physiques et naturelles* de la *Bibliothèque universelle* [4], quelques observations sur ce sujet. Je montrai qu'il n'est point nécessaire de supposer que le globe terrestre eût, à l'époque de la période glaciaire, une température différente de celle qu'il possède actuellement, qu'il pouvait même l'avoir un peu plus élevée. Je démontrai également l'impossibilité des hypothèses cosmiques comme conduisant à des résultats contraires à toutes les observations, et je cherchai à établir qu'il n'y avait nullement besoin de recourir à d'autres causes qu'à celles dont l'action nous est parfaitement connue, pour expliquer la présence momentanée et la disparition des glaciers dans certaines parties de la surface du globe. Il

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences* de Paris, t. XXXI, p. 503.

[2] *Comptes rendus de l'Académie des sciences* de Paris, t. XXXIII, p. 314.

[3] *Comptes rendus de l'Académie des sciences* de Paris, t. XXXIII, p. 439.

[4] *Archives des sciences physiques* (*Bibl. univ.*), 1851, t. XVIII, p. 5.

suffisait de la présence d'une plus grande proportion d'humidité dans l'atmosphère pour produire une chute d'eau beaucoup plus abondante, laquelle s'opérant sous forme de neige sur les hautes montagnes, devait amener dans les vallées un abaissement plus grand de température et une extension plus considérable des glaciers. Je citai à l'appui le fait bien curieux, et auquel on n'a pas apporté l'attention qu'il mérite, de la marche progressive très-rapide des glaciers observée dans différentes vallées des Alpes et en particulier dans celle de Chamounix, à la suite des années exceptionnellement humides de 1816 et de 1817[1]. Et cependant les hivers de ces deux années, dont l'été avait été si pluvieux, n'avaient point été rigoureux, mais avaient été plutôt doux. C'est donc l'humidité, surtout celle de la saison chaude, qui avait déterminé l'avancement des glaciers.

« S'il a suffi de deux années consécutives, ajoutai-je, plus humides que la moyenne pour déterminer un si prodigieux accroissement dans les glaciers actuels, il est facile de comprendre qu'il aurait suffi d'un certain nombre d'années semblables, se succédant sans interruption, pour que les glaciers de Chamounix remplissent cette vallée et eussent fini par pénétrer jusque dans la vallée du Rhône. En effet, dans les circonstances analogues à celles qu'ont présentées les deux années consécutives de 1816 et 1817, il n'y a pour ainsi dire pour les montagnes d'où proviennent les glaciers, que des hivers qui se succèdent sans étés intermédiaires ; par conséquent l'accumulation des neiges doit y acquérir bientôt des proportions énor-

[1] *Bibliothèque universelle*, t. II (1816), p. 167, et t. VII (1818), p. 248.

mes et produire cette marche si rapidement progressive des glaciers qui en descendent. »

Mais revenons à M. Frankland. Il admet pour la formation des glaciers le concours d'éléments ayant chacun leur fonction propre ; l'Océan qui produit l'évaporation, le condenseur qui est l'air sec des régions supérieures de l'atmosphère, et les hautes montagnes qui, recevant la neige, sont les vrais réservoirs de glace. L'auteur estime nécessaire de distinguer avec soin le rôle de ces deux derniers éléments qu'on confond à tort l'un avec l'autre. S'appuyant sur les expériences récentes de Tyndall, il montre en particulier que le grand pouvoir rayonnant de la vapeur d'eau combiné avec la propriété que possède l'air sec de laisser passer sans l'absorber la chaleur rayonnante, explique comment la quantité de chaleur énorme provenant de la condensation de la vapeur d'eau dans l'air sec, s'échappe dans l'espace sans produire de réchauffement sensible dans le milieu où s'opère cette condensation. Elle peut donc continuer à avoir lieu, tandis qu'elle serait promptement arrêtée par l'accumulation considérable de chaleur qui en résulterait si le rayonnement ne faisait pas disparaître cette chaleur.

D'un autre côté, comme les conditions cosmiques de notre terre et de notre atmosphère ne paraissent pas avoir été le moins du monde modifiées depuis l'époque glaciaire, on ne peut expliquer la présence, pendant une période de temps considérable, d'une plus forte proportion de vapeur aqueuse dans l'atmosphère qu'en la liant à une température plus élevée des eaux de l'Océan pendant cette période. Une semblable explication conduit nécessairement aux conséquences suivantes : 1° que l'époque glaciale a dû exister sur toute la surface du globe ;

2° qu'elle a eu lieu ou du moins a cessé à une époque géologique relativement récente ; 3° qu'elle a été précédée par une période d'une durée infiniment grande, pendant laquelle l'action glaciaire n'existait point, ou du moins était confinée aux régions d'une hauteur très-considéable ; 4° que pendant toute la durée de l'époque glaciaire la précipitation aqueuse de l'atmosphère a dû être beaucoup plus grande et qu'à un moment donné la ligne des neiges éternelles a dû être beaucoup plus basse qu'actuellement ; 5° qu'elle a été suivie d'une période qui s'étend jusqu'aux temps actuels, dans laquelle l'action glaciaire est devenue insignifiante.

Toutes ces conditions seraient donc les conséquences d'un abaissement graduel de température de l'Océan, par lequel il serait parvenu à sa température actuelle; de sorte qu'on pourrait dire que *la seule cause des phénomènes de l'époque glaciaire se trouverait dans la température plus élevée que celle qu'il a actuellement, que l'Océan aurait eue.*

Il est évident qu'une température plus élevée des eaux de l'Océan a dû accroître leur évaporation et augmenter par conséquent la quantité des précipitations aqueuses dans l'atmosphère. C'est ce que l'auteur montre sans peine en mettant à contribution les données fournies par Dalton sur l'augmentation rapide de l'évaporation avec l'élévation de la température, et en comparant ce qu'a dû être cette évaporation avec ce qu'elle est sous l'influence de la température moyenne actuelle des mers. Il résulte de ces comparaisons qu'une température élevée de 20° F. seulement (un peu plus de 11° Cent.) au-dessus de ce qu'elle est actuellement, aurait suffi pour doubler l'évaporation d'une surface donnée des eaux de l'Océan qui baignent les côtes de la Nor-

wége. Une augmentation semblable dans l'évaporation, accompagnée d'un accroissement correspondant de précipitation aqueuse, aurait plus que suffi pour couvrir de glaciers toute la côte occidentale et les *fiords* de ce pays, pourvu que les réservoirs de ces glaciers fussent dans des conditions convenables. La question est donc de savoir si une augmentation dans la température des eaux de l'Océan n'aurait pas eu aussi pour effet d'accroître jusqu'à une hauteur considérable, la température moyenne de l'atmosphère, d'élever ainsi la limite des neiges perpétuelles et de diminuer par conséquent l'étendue des glaciers auxquels elles donnent naissance.

La réponse à cette question se trouve dans la proposition suivante dont la vérité est prouvée par l'observation, à savoir qu'un accroissement de précipitation aqueuse doit augmenter l'épaisseur de la couche permanente de neige sur les montagnes d'où proviennent les glaciers et y abaisser la ligne des neiges perpétuelles. On sait déjà que l'élévation à laquelle est située cette ligne ne dépend point exclusivement de la température moyenne de l'atmosphère à la hauteur où elle est placée. Ainsi sous l'équateur cette ligne se trouve coïncider avec une température moyenne de 35° F. (1° C.) ; sur les Alpes et les Pyrénées, cette température moyenne n'est que de 25° F. (—4° C.) ; enfin en Norwége sous la latitude de 68°, elle est seulement de 21° F. (—6° C.). Qu'est-ce qui fait que la température moyenne de la ligne des neiges éternelles s'élève à mesure qu'on s'approche de l'équateur? M. Hopkins attribue ce fait à la plus grande égalité de température en même temps qu'à la plus grande humidité de l'atmosphère dans les régions équatoriales. Les déluges de pluie qui tombent entre les tropiques surpassent de

beaucoup, comme on le sait, la somme des précipitations aqueuses des régions tempérées : par conséquent, la quantité de neige, qui dans sa chute recouvre les montagnes intertropicales est aussi proportionnellement beaucoup plus considérable. On peut même trouver dans la même latitude des exemples de l'influence qu'exercent sur la hauteur de la limite des neiges éternelles l'abondance des précipitations aqueuses et l'uniformité de la température. Ainsi sur les côtes de la péninsule scandinave où la présence du Gulf Stream rend l'hiver plus doux et les précipitations aqueuses plus abondantes, la limite des neiges perpétuelles est de 1050 pieds, par conséquent d'un quart de la hauteur totale moins élevée que dans l'intérieur des terres où le climat est extrême et l'air comparativement sec. Il ne faut pas non plus perdre de vue qu'une précipitation aqueuse considérable est incompatible avec un été chaud, ce qui contribue à l'abaissement de la limite dont il s'agit. Il est évident qu'il y a dû avoir une époque où la température de l'Océan était si élevée que la ligne des neiges perpétuelles atteignait à peine les sommets des plus hautes montagnes ; puis avec la diminution de cette température, la ligne a dû s'abaisser graduellement jusqu'au moment, correspondant à l'époque glaciaire la plus intense, où elle a atteint son niveau le plus bas. Puis la température continuant à s'abaisser, l'évaporation a diminué aussi ; diminution qui, comme nous venons de l'expliquer, a dû avoir pour effet d'élever de nouveau la limite des neiges perpétuelles.

En résumé, suivant M. Frankland, l'époque glaciaire a été placée entre deux époques non glaciaires : l'une antérieure où, quoique l'humidité fût énorme, la température était encore trop élevée pour que les neiges perpé-

tuelles pussent avoir leur limite inférieure bien bas ; l'autre postérieure, qui est l'époque actuelle, où, quoique la température ne soit pas aussi élevée, l'humidité, soit l'évaporation, n'est plus assez considérable pour amener un abaissement suffisant dans cette limite des neiges perpétuelles. Tous les phénomènes glaciaires seraient donc provenus d'une manière normale du refroidissement graduel de l'Océan passant d'une haute température à celle qu'il possède actuellement.

Maitenant il reste à expliquer pourquoi à une certaine époque, les eaux de l'Océan ont dû avoir une température proportionnellement plus élevée que celles qu'elles ont actuellement. C'est ce que M. Frankland s'efforce de faire en cherchant à déterminer la différence qui a dû se présenter dans le refroidissement général du globe, entre la partie solide de la surface de la terre et la partie liquide quant à la manière dont ce refroidissement s'y est opéré. Quatre circonstances toutes spéciales à la portion liquide, ont dû jouer un rôle dans ce refroidissement, savoir la conductibilité propre de l'eau, son pouvoir de propager la chaleur par sa mobilité soit par courants, les dislocations qui ont pu s'opérer de temps à autre dans la partie solide formant le fond des mers, enfin la chaleur spécifique même de l'eau.

La conductibilité propre de l'eau pour la chaleur peut être regardée comme à peu près nulle, comparée à celle des parties solides du globe terrestre ; mais cette infériorité est plus que compensée par la faculté que possède l'eau de propager la chaleur par le monvement de ses particules. Sans doute, si la propagation de la chaleur ne se faisait que par des courants verticaux, quoique déjà bien plus prononcée que dans des portions solides, elle ne serait pas

encore très-rapide ; mais elle est puissamment secondée par les courants équatoriaux et polaires ; d'où résulte que la totalité de la chaleur qui est transportée du fond de l'Océan à la surface est bien plus considérable que celle que transmettrait une couche solide de granit de la même épaisseur. L'auteur a essayé de comparer directement, en prenant toutes les précautions nécessaires, un bloc de granit et une masse d'eau de même forme et de même volume, sous le rapport de leur facilité relative à propager la chaleur de bas en haut, et il a trouvé que les quantités de chaleur transmises respectivement par les deux masses, de leur base à leur sommet, dans le même temps, étaient dans le rapport de 1 à 2,36. Mais il ne faut pas perdre de vue que, comme nous l'avons remarqué, lorsqu'il s'agit de l'Océan, la différence est encore plus grande, parce que la propagation de la chaleur y est beaucoup facilitée par les courants équatoriaux et polaires. On ne peut admettre néanmoins que le refroidissement du fond de l'Océan ait pu s'opérer aussi vite que s'il avait été immédiatement exposé à l'air ; d'où il résulte qu'il est très-probable que le refroidissement séculaire de la terre à travers l'Océan a dû se prolonger jusqu'à une période géologique comparativement très-récente, et que peut-être même il n'a pas encore actuellement cessé totalement.

Ajoutons que la facilité avec laquelle la chaleur est transportée par l'eau a pour résultat que l'accroissement de la température, à mesure qu'on s'enfonce au-dessous de sa surface, doit croître beaucoup moins rapidement que pour le granit. Aussi est-il probable que la chaleur intérieure de la terre doit exercer une influence encore plus prononcée sur la température de la surface de l'Océan,

alors qu'elle n'en exerce plus sur la température de la partie solide. Cette opinion trouve un nouvel argument en sa faveur dans le fait que la couche de vapeur qui recouvre la surface de l'Océan empêche, comme Tyndall l'a prouvé, la chaleur rayonnante de s'échapper de la surface solide de la terre, une surface d'eau et une surface de granit de même température rayonnant également bien la chaleur pourvu que l'air ambiant soit sec; mais il n'en est plus de même si l'air est chargé de vapeurs aqueuses, et dans ce cas la chaleur est retenue. Ainsi donc pendant que la partie solide de la terre perd essentiellement par rayonnement la chaleur que lui ont communiquée les rayons solaires, c'est par évaporation presqu'exclusivement que la surface des mers perd celle qu'elle a reçue également des rayons solaires, lesquels ont pu, sans perdre leur chaleur, traverser la couche de vapeurs qui recouvre cette surface. C'est donc là le moyen principal par lequel se dissipe la chaleur de l'eau qui vient renouveler aux réservoirs des glaciers leur provision de neige.

M. Frankland discute quelques objections qu'on pourrait opposer à son système. Il montre que les pluies abondantes de l'été, qui doivent résulter de la proportion relativement plus considérable de précipitations aqueuses, ne pourraient fondre la plus grande quantité de neige qui tombe l'hiver, de manière à établir une compensation ; ainsi la pluie ne fond qu'une proportion insignifiante de la neige qui tombe au St-Bernard.

Les objections tirées de la nécessité d'admettre pour l'Océan, à l'époque protozoïque, une température trop élevée pour permettre la vie animale, ne paraissent pas non plus bien fortes ; car, comme l'auteur le montre,

cette température a toujours dû être modérée par différentes causes, et en particulier par l'énorme quantité de chaleur que devait enlever l'évaporation alors si forte.

Quant à l'opinion de quelques géologues, que la période glaciaire a dû exister à des époques géologiques relativement très-reculées, quoiqu'elle soit fort contestable, elle ne serait point en opposition avec les idées que l'auteur a émises. Il fait une peinture de l'état probable de la surface de la terre à l'époque qui a précédé l'apparition des glaciers, dans laquelle il la représente comme recouverte de vapeurs chaudes et épaisses qui la protégeaient contre les rigueurs de l'hiver, en empêchant la perte de la chaleur par rayonnement, et en arrêtant l'action directe des rayons solaires en été. Cet état dut cesser graduellement à mesure que la période glaciaire s'avançait, par le fait que la ligne des neiges perpétuelles descendait.

Remarquons encore que, quoique la quantité de chaleur mise en activité pendant la période glaciaire ait dû être plus grande qu'elle ne l'a été postérieurement, cependant le froid des hivers dut être augmenté par la chute des masses de neige considérables qui absorbaient pour se fondre la chaleur des étés suivants et abaissaient, par conséquent, la température moyenne des parties des terres qui n'étaient pas très-éloignées des limites des neiges perpétuelles. L'idée commune que l'époque glaciaire a été une époque de froid n'est donc pas erronée, quoique ce soit la chaleur et non le froid qui ait amené cette époque. Au reste, ce n'est pas le seul exemple qu'on ait du paradoxe plus apparent que réel que la chaleur peut être la cause du froid. La machine qui fait

de la glace en employant pour cela une source de chaleur en est un autre exemple.

Nous ne suivrons pas M. Frankland dans quelques considérations qu'il présente sur la probabilité que des phénomènes analogues à ceux qu'il vient de décrire et d'expliquer, aient pu se passer sur d'autres planètes que sur la nôtre, et en particulier sur la lune.

Nous préférons terminer cet extrait abrégé du travail intéressant du savant anglais en rappelant qu'un savant suisse, M. Escher de la Linth, avait déjà énoncé en 1852 une opinion qui rattache aussi la formation et la disparition des glaciers à l'influence des mers méridionales. Il est reconnu en Suisse que la fonte de la neige sur les montagnes dépend d'un vent du sud très-chaud appelé Föhn. Les années pendant lesquelles ce vent souffle peu ou point sont très-favorables à l'accroissement des neiges et des glaciers; et si ce vent ne soufflait jamais ou s'il ne possédait pas la température élevée qu'on lui connaît, le climat de la Suisse serait beaucoup plus froid, et les glaciers se développeraient de manière à couvrir une grande partie de cette contrée.

Or le Föhn tire sa chaleur du centre de l'Afrique et entr'autres du désert de Sahara. D'un autre côté, le savant Ritter, qui n'avait pas certainement en vue la théorie des glaciers, admettait dans sa géographie de l'Afrique, qu'à une époque très-récente le centre de ce continent était probablement sous les eaux et qu'il est encore à l'état de passage de l'Océan au continent. Cette opinion soutenue par M. Escher, qui avait émis l'idée théorique d'un soulèvement lent mais récent du Sahara, vient de recevoir une confirmation par l'inspection qu'il a faite lui-même sur place de ces localités en compagnie

de MM. Desor et Martins, inspection qui confirme tout à fait l'hypothèse que le terrain du désert du Sahara a été une fois le fond d'une mer. La présence de cette mer au centre de l'Afrique était donc invoquée par M. Escher pour expliquer dans nos contrées la période glaciaire qui a pris fin lorsque cette mer a disparu. « Se fait-on une juste idée, dit M. Desor dans l'intéressant récit qu'il a donné de son excursion en Afrique avec MM. Escher et Martins, des conditions climatériques imposées à l'Europe par cette vaste étendue d'eau? On peut en juger par l'influence qu'exercent aujourd'hui les vents brûlants que le Sahara nous envoie et qui sont justement appelés *mangeurs de neige et destructeurs des glaciers*. Tant que le Sahara fut couvert d'eau, jamais nos montagnes ne sentirent l'haleine embrasée du föhn et du sirocco; les hivers rarement combattus par un souffle attiédi pouvaient accumuler leurs neiges et leurs glaces et étendre au loin leur empire. Mais quand le désert fut à sec, quelle débâcle a dû se produire aux premières visites du föhn dans les énormes glaciers de nos Alpes.... »

Nous ne pouvons contester l'influence du föhn; mais cette influence ne pouvait être très-générale, et si elle rend compte de la disparition des glaciers, elle n'explique pas leur apparition. Nous croyons donc avec M. Frankland que c'est dans des conditions plus générales tenant à la présence dans l'atmosphère d'une proportion beaucoup plus grande de vapeurs aqueuses que celle qui existe ailleurs, que se trouve la cause de la période glaciaire. Cette opinion, que nous avions émise déjà en 1852, comme nous l'avons dit, en citant des observations faites sur les glaciers dans les années humides, a été développée avec beaucoup de soin par le savant anglais qui

l'a appuyée d'arguments scientifiques d'une grande valeur et qui, en particulier, nous paraît avoir expliqué d'une manière très-heureuse la cause de cette grande humidité atmosphérique à l'époque de la période glaciaire.

A. De la Rive.

SUR
L'ABSORPTION ET LE RAYONNEMENT DE LA CHALEUR
PAR LES SUBSTANCES GAZEUSES

CONTRIBUTIONS A LA PHYSIQUE MOLÉCULAIRE

PAR

M. J. TYNDALL.[1]

Considéré dans ses grands traits, l'univers est occupé par deux substances ou deux formes de substances: la matière ordinaire et tangible de cet univers, et l'éther intangible et mystérieux dont cette matière est entourée. La tâche principale de la physique de l'avenir consistera dans l'examen des relations de ces deux substances. L'espérance d'arriver à quelque notion sur l'origine des ondes de l'éther, d'obtenir quelque donnée expérimentale sur les molécules d'où partent les ondulations lumineuses et calorifiques, a soutenu M. Tyndall dans les travaux qui l'ont occupé pendant ces cinq dernières années ; c'est cette espérance, plutôt que le désir d'augmenter le nombre des faits connus relativement à l'action de la chaleur rayonnante, qui l'a engagé à ces recherches.

Il a déjà montré les énormes difficultés que l'on rencontre lorsqu'on veut étudier chez les corps gazeux le

[1] Nous empruntons au journal *The Reader* (26 mars 1864) cet extrait d'un nouveau travail que M. Tyndall a présenté le 17 mars à la Société royale de Londres. Pour les mémoires précédents voyez *Archives* 1863, t. XVI, p. 5 et t. XVIII, p. 83.

pouvoir d'absorption ou d'émission pour la chaleur rayonnante. Lorsqu'un gaz est liquéfié par condensation, ou qu'un liquide est solidifié par le froid, les molécules s'agrégent et s'attachent les unes aux autres en vertu de forces qui étaient insensibles aussi longtemps que l'état gazeux était maintenu. Mais quoique les molécules soient ainsi unies les unes aux autres, l'éther les entoure encore ; par conséquent si l'acte de radiation et l'acte d'absorption dépendent des molécules prises individuellement, ils conserveront leur pouvoir même après que l'état d'agrégation sera changé. Si, au contraire, l'union mutuelle des molécules résultant de la force de cohésion, exerce une influence prédominante sur l'interception et l'émission de la chaleur rayonnante, alors nous pouvons nous attendre à ce que les liquides se comportent, à l'égard de la chaleur rayonnante, autrement que la vapeur dont ils dérivent. La première partie des présentes recherches est consacrée à un examen étendu de cette question. L'auteur a employé douze liquides différents et a opéré pour chacun d'entre eux, sur cinq couches variant d'épaisseur, depuis 2 centièmes de pouce jusqu'à 27 centièmes de pouce. Les liquides étaient renfermés, non pas dans des vases de verre, qui auraient modifié la nature de la chaleur, mais entre des plaques de sel gemme transparent, qui n'affectent que légèrement la radiation. La source de chaleur qu'il a employée dans ces expériences comparatives, consiste en un fil de platine porté à l'incandescence par un courant électrique d'une intensité invariable. On déterminait d'abord les quantités de chaleur rayonnante absorbées et transmises par chacun des liquides pour les différentes épaisseurs respectivesées. Puis on opérait sur les vapeurs

de ces liquides, les quantités de vapeur employées étant proportionnelles aux quantités de liquide traversé par la chaleur rayonnante. Le résultat de cette comparaison a été, que pour une même qualité de chaleur, l'ordre d'absorption des liquides et de leurs vapeurs est identique. On n'a pas trouvé d'exceptions à cette loi, en sorte que, pour déterminer la position qu'une vapeur occupe dans la série relative au pouvoir d'absorption ou de radiation, il suffit de déterminer la position du même corps à l'état liquide.

Ce résultat prouve que la condition d'agrégation, tout au moins quand il s'agit de l'état liquide, n'exerce qu'un effet complétement de second ordre, conclusion dont on reconnaîtra probablement l'importance majeure pour la physique moléculaire. Elle a une portée spéciale sur un point important et contesté. Si la position d'un liquide comme corps absorbant ou rayonnant détermine celle de la vapeur, la position de l'eau fixe celle de la vapeur aqueuse. L'eau a été comparée avec d'autres liquides, dans une foule d'expériences, et l'on a trouvé que, comme corps rayonnant ou absorbant, elle l'emporte sur tous les autres. Ainsi, par exemple, une couche de sulfure de carbone de 0mo,02 d'épaisseur absorbe 6 pour cent, et laisse passer 94 pour cent des rayons émanants de la spirale de platine incandescente. La benzine absorbe 43, et transmet 57 pour cent des rayons provenant de la même source ; l'alcool absorbe 67, et transmet 33 pour cent ; or l'alcool présente un pouvoir d'absorption plus considérable que tous les liquides, à une exception près. Cette exception est l'eau. Une couche de ce liquide présentant la même épaisseur ci-dessus donnée, absorbe 81 pour cent, et transmet 19

pour cent seulement. Si l'on n'eût jamais fait aucune expérience sur la vapeur d'eau, nous pourrions conclure avec certitude de la manière dont ce liquide se comporte, qu'à poids égal, cette vapeur dépasse toutes les autres par son pouvoir émissif ou aborbant pour la chaleur rayonnante.

Si l'on examine ensuite rapidement la relation entre le pouvoir d'absorption et de radiation de différentes substances et leur constitution chimique, on trouve que pour les six premières substances parmi celles qui ont été examinées, le pouvoir émissif et absorbant augmente en même temps que le nombre des atomes dans la molécule composée. Ainsi le sulfure de carbone a 3 atomes, le chloroforme 5, l'iodure d'éthyle 8, la benzine 12 et l'amylène 15 atomes dans leurs molécules respectives, or l'ordre de leurs pouvoirs de rayonnement et d'absorption est le même que celui que nous venons d'indiquer, le sulfure de carbone étant le plus faible, et l'amylène le plus fort des six. Cependant l'alcool surpasse la benzine comme absorbant, quoique sa molécule ne soit composée que de 9 atomes; mais, d'un autre côté, sa molécule est rendue plus complexe par l'introduction d'un nouvel élément : la benzine contient du carbone et de l'hydrogène, tandis que l'alcool contient du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène. Ainsi ce n'est pas seulement le *nombre* d'atomes qui joue un rôle dans l'absorption et le rayonnement, mais on doit tenir compte encore de la *complexité* de la molécule. L'auteur attire particulièrement l'attention des chimistes sur la molécule d'eau, car la manière dont se comporte cette substance à l'égard de la chaleur rayonnante est

parfaitement anormale, si la formule chimique qui lui est assignée est exacte.

Sir William Herschel a fait la découverte importante qu'au delà des limites de l'extrémité rouge dans le spectre solaire, il existe des rayons d'une forte puissance calorifique, incapables d'exciter les nerfs de la vision. L'auteur a examiné la manière dont se comportent ces rayons, vis-à-vis de certains corps, qui sont parfaitement opaques à la lumière. En dissolvant de l'iode dans le sulfure de carbone, il a obtenu une solution qui interceptait entièrement la lumière des flammes les plus brillantes, tandis que pour les rayons ultra-rouges du spectre, cette solution d'iode était parfaitement diathermane. Le bisulfure de carbone transparent, qui est hautement perméable à la chaleur employée dans ce cas, exerce la même absorption que la solution opaque. On a placé un prisme creux rempli de ce liquide opaque sur le parcours du rayon émanant d'une lampe électrique : le spectre lumineux était complétement intercepté, mais le spectre calorique était reçu sur un écran où l'on pouvait l'examiner. Lorsqu'il tombait sur une pile thermo-électrique, sa présence se manifestait par la déviation immédiate d'un galvanomètre même peu sensible.

Quelle est donc la signification physique de l'opacité et de la transparence relativement à la lumière et à la chaleur rayonnante? Les rayons lumineux du spectre diffèrent de ceux qui ne le sont pas, seulement par leur période d'ondulation. La sensation de la lumière est excitée par des ondes de l'éther qui sont plus courtes et qui se succèdent plus rapidement que celles qui tombent au delà du rouge extrême. Mais comment l'iode arrête-t-il les premiers et laisse-t-il passer les derniers? La ré-

ponse à cette question est sans aucun doute que les ondes interceptées sont celles dont la durée périodique coïncide avec les périodes d'oscillation possibles aux atomes d'iode dissout. Les forces répulsives qui maintiennent ces atomes à distance, sont de telle nature qu'elles les forcent à vibrer suivant des périodes déterminées, et quand ces périodes sont isochrones avec celles des ondes de l'éther, ces dernières sont absorbées. Ainsi on peut dire d'une manière abrégée, que chez les liquides et les gaz, la transparence est synonyme avec la *discordance*, et l'opacité est synonyme avec la *concordance* des périodes ondulatoires de l'éther et des molécules du corps en présence. Toutes les substances transparentes et incolores doivent leur transparence au désaccord qui existe entre la durée d'oscillation de leurs molécules et celles des ondes de tout le spectre visible. On peut conclure de la transparence habituelle des *corps composés* à la discordance générale des périodes de leurs vibrations avec les périodes des ondes lumineuses, tandis que leur opacité pour les rayons ultra-rouges prouve la concordance avec les périodes des ondes au delà du rouge L'eau est un exemple frappant de cette transparence et de cette opacité. Elle est éminemment transparente aux rayons lumineux, ce qui démontre l'incapacité de ses molécules d'osciller dans les périodes qui affectent la vue. Elle est hautement opaque pour les ondulations ultra-rouges, ce qui prouve le synchronisme de ses périodes propres avec celles des ondes plus longues.

Par conséquent, si l'on reconnaît que l'eau est opaque pour le rayonnement d'une certaine source, c'est une preuve que les molécules d'où émane le rayonnement, doivent osciller dans ce qu'on pourrait appeler les pé-

riodes ultra-rouges. Appliquons cette épreuve au rayonnement d'une flamme d'hydrogène. Cette flamme est principalement formée de vapeur aqueuse incandescente, dont la température calculée par M. Bunsen est de 3259° : en sorte que, si la transmission augmentait avec la température, on pourrait s'attendre à ce que le rayonnement de la flamme fût fortement transmis par l'eau. Or, tandis qu'une couche de sulfure de carbone de 0,07 pouces d'épaisseur transmet 72 pour cent de la chaleur incidente, et que tous les autres liquides examinés, transmettent plus ou moins de chaleur, une couche d'eau de la même épaisseur est entièrement opaque pour le rayonnement de la flamme. Ainsi on peut admettre qu'il y a accord entre les périodes vibratoires des molécules d'eau froide et de celles de la vapeur aqueuse à une température de 3259° C. Mais on a déjà démontré que les périodes de l'eau sont ultra-rouges — par conséquent celles de la flamme d'hydrogène doivent être aussi ultra-rouges. L'absorption que l'air *sec* exerce sur la chaleur émise par une spirale de platine rendue incandescente par l'électricité, a été trouvée insensible, tandis que celle de l'air ordinaire *non desséché* était de 6 pour cent. En substituant à la spirale de platine, une flamme d'hydrogène, l'absorption par l'air sec demeure encore insensible, tandis que celle de l'air non desséché s'élève à *21 pour cent du rayonnement entier*. La température de la flamme d'hydrogène était, comme nous l'avons admis, de 3259° C. ; celle de la vapeur d'air aqueuse 20° C. Donc on peut conclure que lorsque la température de la vapeur aqueuse s'élève de 20° C. à 3259° C., cette augmentation est appliquée à un *accroissement d'amplitude*, et non

pas à l'introduction de périodes plus rapides dans le rayonnement.

Le rôle que la vapeur aqueuse joue dans l'économie de la nature est beaucoup plus étonnant qu'on ne le supposait jusqu'ici. Pour entretenir la végétation sur la terre, les rayons actiniques et lumineux émanant du soleil doivent pénétrer notre atmosphère ; et la vapeur aqueuse est éminemment transparente pour cette espèce de rayons. Les rayons violets et ultra-violets sont librement transmis.—Pour protéger la végétation d'un refroidissement destructif, les rayons terrestres doivent être arrêtés dans leur radiation vers l'espace stellaire ; et cet office est rempli par la vapeur aqueuse répandue dans l'air. Cette substance est le grand modérateur de la température terrestre, elle empêche des variations extrêmes, et obvie aux contrastes entre le jour et la nuit, qui rendraient la vie insupportable. Mais nous pouvons aller plus loin que ce fait général ; nous savons maintenant que le rayonnement de la vapeur aqueuse est particulièrement intercepté par l'eau, et réciproquement, que le rayonnement de l'eau l'est aussi par la vapeur aqueuse ; il suit de là que l'acte même du refroidissement nocturne qui produit la condensation de la vapeur aqueuse sur la surface de la terre, recouvrant pour ainsi dire cette surface d'un vernis d'eau liquide, donne à la radiation terrestre ce caractère particulier qui le rend incapable de traverser l'atmosphère et de se perdre dans l'espace.

Et ici nous arrivons à une question de physique moléculaire qui attire actuellement l'attention d'hommes éminents et distingués. En faisant tomber les rayons violets et ultra-violets du spectre sur le sulfate de quinine,

et d'autres substances, M. le prof. Stokes a obtenu le changement des périodes de ces rayons. On a fait des tentatives pour produire un résultat semblable à l'autre extrémité du spectre, c'est-à-dire pour convertir les ondulations ultra-rouges en périodes capables d'exciter la vision. Mais jusqu'ici on n'y a pas réussi. Dans l'opinion de M. Tyndall, un pareil changement de période se produit lorsqu'un fil de platine est chauffé au blanc par une flamme d'hydrogène. Dans cette expérience fréquente, il se produit une conversion de longues périodes en courtes périodes. On rend véritablement visibles des périodes qui étaient invisibles. Le changement de réfrangibilité qui se produit ici, diffère de celui que M. Stokes a découvert, premièrement parce qu'il a lieu en sens inverse, et secondement par la circonstance que le platine est réchauffé par la collision des molécules aqueuses avant que leur chaleur ait pris la *forme rayonnante*. Mais on ne peut douter que le même effet ne se produisît par de la chaleur rayonnante présentant les mêmes périodes, pourvu que le mouvement de l'éther pût être rendu suffisamment intense. En principe, l'effet est le même lorsque le fil de platine est frappé, soit par une particule de platine, soit par une particule d'éther, si elles oscillent avec la même vitesse périodique.

En plongeant un fil de platine dans une flamme d'hydrogène, nous le rendons incandescent, et par conséquent nous déterminons de plus courtes périodes dans la radiation. Ces périodes, comme nous l'avons vu, sont en discordance avec l'eau : par conséquent nous pouvons en conclure que la transmission au travers de l'eau sera plus considérable si l'on place le fil dans la flamme que si l'on ne le place pas ; l'expérience confirme la

vérité de cette conclusion. L'eau qui est opaque dans le premier cas, permet le passage de 6 pour 100 des rayons émanant de la flamme munie de la spirale. Une lame mince d'un verre incolore qui transmettait 58 pour 100 de la radiation de la flamme d'hydrogène, laissait passer 78 pour 100 quand on employait la spirale. M. Knoblauch et Melloni ont trouvé que le verre était moins transparent pour une simple flamme d'alcool que pour la même flamme contenant une spirale de platine ; mais Melloni a montré plus tard que le résultat n'est pas général, et que le verre noir et le mica noir sont positivement plus diathermanes pour les rayons émanant de la flamme d'alcool seule. La raison de ce fait est évidente. Le verre noir et le mica noir doivent leur teinte à la présence de charbon diffusé à leur intérieur. Ce charbon, comme l'a prouvé Melloni, est jusqu'à un certain degré transparent pour les rayons ultra-rouges, et M. Tyndall a réussi à obtenir le passage de 40 ou 50 pour 100 des rayons émanant de l'hydrogène au travers d'une couche de charbon qui interceptait la lumière des flammes les plus brillantes. Les produits de la combustion de l'alcool sont l'acide carbonique et la vapeur d'eau, dont la chaleur est presque entièrement ultra-rouge. Pour une radiation de cette nature, le carbone est transparent à un degré considérable, tandis qu'il est à peu près opaque pour les rayons de la spirale de platine. Ainsi, en introduisant un fil de platine dans la flamme, on augmente à la fois la transparence du verre lui-même et l'opacité du carbone qu'il contient ; mais l'augmentation d'opacité surpasse l'augmentation de transparence, et la différence reste en faveur de la première.

On ne peut donner d'exemple plus frappant de cette

effet de la coïncidence des périodes que celui du rayonnement de la flamme d'oxyde de carbone. Dans ce cas le produit de la combustion est l'acide carbonique; or, même l'acide carbonique qui se trouve dans l'atmosphère exerce un effet puissant sur les rayons provenant de cette flamme : une quantité de gaz dont la densité n'était que $^1/_{30}$ d'atmosphère, contenue dans un tube en laiton poli de 4 pieds de long, interceptait 50 pour 100 de la radiation d'une flamme d'oxyde de carbone. Relativement à la chaleur émanant d'un corps solide, le gaz oléfiant est incomparablement plus absorbant que l'acide carbonique; en effet, pour cette espèce de chaleur, ce dernier gaz est de tous les gaz composés, à une exception près, l'absorbant le plus faible. Pour les rayons d'une flamme d'hydrogène, le gaz oléfiant a encore un pouvoir absorbant double de l'acide carbonique, mais pour les rayons d'une flamme d'oxyde de carbone, l'acide carbonique absorbe 50 pour 100, tandis que le gaz oléfiant n'absorbe pas 24 pour 100, les deux gaz présentant une tension de 1 pouce de mercure. Ainsi on a la preuve que les périodes de l'acide carbonique à une température de 20° C. coïncident avec celles du même gaz à une température supérieure à 3000°; ces périodes d'oscillation du gaz incandescent ou froid appartiennent à la partie ultra-rouge du spectre.

On comprendra, d'après ce qui précède, l'impossibilité qu'il y a à étudier l'influence exercée par la température sur la transmission de la chaleur si l'on emploie des sources calorifiques différentes. Il faut conserver la même nature d'atomes oscillants dans toute une série d'expériences. On peut y parvenir en réchauffant un fil de platine par un courant électrique, car on peut en faire

varier la température entre les limites les plus écartées. L'opacité comparative de notre série de vapeurs pour les rayons ultra-rouges, montre la concordance générale des oscillations de ces vapeurs avec les ondulations ultra-rouges. Par conséquent, en chauffant graduellement un fil de platine depuis la non-incandescence jusqu'au rouge blanc, on doit augmenter graduellement la discordance des ondulations qui en émanent avec les oscillations de nos vapeurs, et par suite augmenter la transparence de ces dernières. L'expérience confirme pleinement cette conclusion. De l'éther formique, par exemple, absorbe 45 pour 100 des rayons émanant de la spirale chauffée à un rouge à peine visible, 32 pour 100 quand la spirale est au rouge, 26 pour 100 quand la spirale est au rouge blanc, et 21 pour 100 quand la spirale est portée à une température voisine du point de fusion.

On a rencontré dans le cours de ces expériences des cas remarquables de renversement de température. Ainsi pour l'incandescence à peine visible, l'éther formique est plus opaque que l'éther sulfurique; pour le rouge vif, ces deux substances sont également transparentes, tandis qu'au rouge blanc, et encore mieux près de la température de fusion, l'éther sulfureux est plus opaque que l'éther formique. Ce résultat donne une idée claire des relations de ces deux substances avec l'éther lumineux. A mesure que l'on introduit des ondes à périodes plus courtes, l'opacité de l'éther sulfurique augmente rapidement; c'est-à-dire que la concordance avec les courtes ondulation est plus exacte que pour l'éther formique. De là nous pouvons conclure qu'en somme les molécules d'éther formique oscillent plus lentement que celles de l'éther sulfurique.

En prenant pour source de chaleur un cube de Leslie rempli d'eau bouillante et revêtu de noir de fumée, l'opacité de l'éther formique comparé à l'éther sulfurique était parfaitement évidente. Pour cette même source la position du chloroforme relativement à l'iodure de méthyle était intervertie. En effet, avec une spirale au rouge-blanc, l'absorption du chloroforme était de 10 pour cent, celle de l'iodure de méthyle 16 pour cent, tandis que avec le cube noirci l'absorption du chloroforme était de 22 pour cent, celle de l'iodure de méthyle 19 pour cent seulement. Ce renversement n'est pas la conséquence de la seule différence de température ; car, en employant comme source un fil de platine porté à la température de l'eau bouillante, l'iodure de méthyle était le meilleur absorbant. Toutes les expériences faites jusqu'ici tendent à prouver que la chaleur émise par le noir de fumée est dans un synchronisme spécial avec le chloroforme. Avec le cube à 100° C. revêtu de noir de fumée, l'absorption pour le chloroforme est plus de trois fois celle du sulfure de carbone ; pour le rayonnement de la partie la plus lumineuse d'une flamme de gaz, l'absorption par le chloroforme est encore considérablement supérieure à celle du sulfure de carbone ; tandis qu'avec une lampe de Bunsen dans laquelle la libre admission d'air empêche la présence de particules de carbone incandescent, l'absorption par le sulfure de carbone est presque double de celle du chloroforme. Ainsi dans ce cas la suppression des particules de carbone a presque doublé la transparence relative du chloroforme. En éprouvant le rayonnement émanant des différentes parties de la même flamme, on a trouvé que pour la base bleue le sulfure de carbone est plus opaque que le chloroforme, tandis

que l'inverse a lieu pour toutes les autres parties de la flamme. Le sulfure de carbone est aussi plus opaque pour les rayons d'une très-petite flamme de gaz consistant en une base bleue et un très-petit sommet blanc, et son opacité est tout à fait prononcée quand on employe comme source une flamme de sulfure de carbone. En comparant la radiation d'un cube de Leslie revêtu de colle de poisson avec celle d'un autre cube semblable, mais recouvert de noir de fumée, tous deux à une température de 100° C., on a trouvé sur onze vapeurs qu'à l'exception d'une d'entr'elles, toutes absorbaient plus énergiquement la radiation de la colle de poisson ; la vapeur qui fait exception est le chloroforme. On peut remarquer que toutes les fois que par un changement de source on intervertit la position d'une vapeur comme absorbant, la position du liquide d'où cette vapeur dérive est changée de la même manière.

Il y a encore un point sur lequel l'avis d'expérimentateurs éminents est partagé : c'est de savoir si la chaleur rayonnante à une température de 100° est monochroïque ou ne l'est pas ; quelques physiciens l'affirment, d'autres le nient. Une longue série d'expériences a permis à M. Tyndall d'établir qu'il n'existe probablement pas deux substances à la température de 100° qui émettent la même qualité de chaleur. Par exemple, la chaleur émise par la colle de poisson diffère de celle du noir de fumée ; celle du drap ou du papier n'est pas la même que les deux précédentes. Un autre sujet de discussion c'est de savoir si le sel gemme est également diathermane pour toutes les espèces de rayons ; quelques observateurs ont signalé des différences que d'autres observateurs ont attribuées à des variations dans l'incidence des

rayons directs. MM. de la Provostaye et Desains ont défendu la première manière de voir, tandis que Melloni et M. Knoblauch soutiennent la dernière. L'auteur a examiné cette question en ne faisant varier que la température de la source ; sa position, sa distance, toutes les autres circonstances, en un mot, restaient les mêmes ; et ses expériences ont prouvé que le sel gemme participe jusqu'à un certain degré au défaut de toutes les autres substances : *il n'est pas* parfaitement diatermane, et il est plus opaque pour les rayons d'une spirale au rouge sombre que pour ceux d'une spirale au rouge blanc.

L'auteur consacre une partie de son mémoire aux relations entre le rayonnement et la conductibilité. En définissant le rayonnement interne ou externe par la communication du mouvement des molécules vibrantes à l'éther, il arrive par des raisonnements théoriques à la conclusion que les corps qui ont le plus de pouvoir émissif doivent être les plus mauvais conducteurs. Un examen général des faits montre qu'ils s'accordent avec cette conclusion. Les substances organiques ont un grand pouvoir de rayonnement et sont en même temps de très-mauvais conducteurs. Les métaux comparés à leurs composés, sont de bons conducteurs, mais leur pouvoir émissif est plus faible. Parmi les liquides, l'eau est probablement le plus mauvais conducteur ; c'est en même temps le liquide le plus rayonnant. Parmi les solides, l'argent est le meilleur conducteur et le moins rayonnant de tous. L'auteur trouve dans les excellentes recherches de MM. de la Provostaye et Desains une illustration remarquable de ce qu'il considère comme la loi naturelle : les molécules qui communiquent à l'éther la plus grande partie de leur mouvement, ou en d'autres

termes, qui rayonnent le plus, sont celles qui sont le moins propres à se communiquer le mouvement les unes aux autres, ou en d'autres termes, ce sont celles qui conduisent le moins bien la chaleur.

SUR

L'INFLUENCE DE LA CONDENSATION

DANS LES EXPÉRIENCES SUR LA DIATHERMANSIE

PAR

M. G. MAGNUS [1].

M. Tyndall [2] a annoncé qu'il connaissait depuis des années l'influence exercée par la condensation de la vapeur sur la pile thermo-électrique, influence qui a été l'objet de mes recherches. Il est à regretter que M. Tyndall n'ait jamais mentionné cette circonstance importante dans ses nombreuses publications sur le rayonnement de la chaleur, et qu'il n'ait pas fait connaître les précautions prises par lui pour éviter cette influence perturbatrice lorsqu'il refoulait ou aspirait de l'air au travers de tubes ouverts à leurs deux extrémités.

M. Tyndall a remis ses expériences en mains de M.

[1] Traduction d'une note insérée dans les *Annales de Poggendorff* (t. CXXI, p. 186) à la suite du Mémoire *Sur la condensation de la vapeur à la surface des corps solides*, qui a été reproduit dans le dernier numéro des *Archives*, p. 15. Quant aux articles antérieurs relatifs à l'intéressante discussion qui s'est élevée entre M. Magnus et M. Tyndall sur la diathermansie de la vapeur d'eau, voyez *Archives*, 1862, t. XV, p. 20; 1863, t. XVIII, p. 50 et p. 83.

[2] *Philosophical Magazine*, juillet 1863, t. XXVI, p. 44.

Frankland[1], afin, dit-il, qu'il constatât, qu'il n'avait pas « pris le chaud pour le froid et le froid pour le chaud. » Il me semble qu'une pareille constatation n'était pas nécessaire. Je n'ai pas supposé une telle erreur, mais j'ai dit seulement qu'en répétant les expériences de M. Tyndall, je n'avais pas *une seule fois* réussi à obtenir le même résultat que lui. Je conclus de là que dans ces expérienes et dans celles que M. Frankland a répétées, une circonstance quelconque, dont jusqu'ici il n'a pas été tenu compte, ou tout au moins qui n'a pas été mentionnée, a exercé une influence. M. Tyndall voit ailleurs la cause de ce que je n'ai pas réussi à obtenir les mêmes résultats que lui. Il l'exprime par une comparaison en disant[2] qu'il pèse sur une balance qui donne le milligramme, tandis que j'en emploie une sur laquelle on ne peut peser que des livres[3].

C'est à d'autres que moi qu'il appartient de juger jusqu'à quel point M. Tyndall est en droit de faire cette com araison de ses travaux avec les miens. Je crois être certain que mes appareils, aussi bien la pile thermo-

[1] *Philosophical Magazine*, juillet 1863, t. XXVI, p. 44.

[2] *Ib.* p. 53.

[3] Il est remarquable que l'on ne puisse actuellement dire quelle est, d'après M. Tyndall, la différence d'absorption, de l'air et de l'air humide. Dans le mémoire inséré dans le *Philos. Magazine* t. XXIV, p. 426, il dit, à propos d'expériences sur l'air atmosphérique, que la vapeur d'eau absorbe certainement dans certains cas 60 fois autant de rayons calorifiques que l'air où elle se trouve, et dans le *Philos. Magazine*, t. XXV, p. 285, il est dit : «Atome pour atome, l'absorption de la vapeur d'eau est 16000 fois aussi grande que celle de l'air. » Dans le *Philosophical Magazine*, t. XXVI, p. 36, M. Tyndall estime l'absorption de la vapeur d'eau contenue dans un tube de 4 pieds de large à 4,2 pour 100 ou à 6 pour 100 de la radiation totale.

électrique que le galvanomètre, sont au moins d'une sensibilité égale aux siens, et quant à ma méthode que n'atteignent point toutes les objections qu'il a soulevées, je dois la considérer comme meilleure, car elle évite l'emploi de plaques hygroscopiques de sel gemme qui, même lorsqu'elles restent sèches, nuisent à la précision des observations parce qu'elles laissent passer seulement une partie de la chaleur incidente. Malgré la réfutation de M. Tyndall je crois pouvoir conclure avec certitude que, comparé à l'air sec, l'air contenant de la vapeur aqueuse présente seulement une infériorité sans importance dans la proportion de rayons calorifiques transmis.

NOTICE

SUR

LA CONSTITUTION DU SOLEIL

PAR

M. G. MAGNUS. [1]

Déjà en 1795 W. Herschel [2] a émis l'idée que le Soleil est formé d'un noyau obscur entouré d'une atmosphère ou photosphère d'où émanent la lumière et la chaleur. Entre cette photosphère et le noyau, il admet encore la présence d'une atmosphère réfléchissante, dont la réflexion empêche la lumière de la photosphère d'arriver au noyau. Arago [3] en exposant cette hypothèse, qu'il donne comme généralement acceptée [4], remarque que la photosphère détermine le bord extérieur du Soleil, mais qu'elle est elle-même entourée d'une atmosphère diaphane, ce qu'il conclut de l'observation des protubérances lors des éclipses totales du Soleil. Herschel [5] dit que la photosphère n'est ni liquide ni gazeuse, mais qu'elle consiste en nuages lumineux. D'après nos connaissances actuelles sur le rayonnement de la lumière et de la chaleur, il est difficile d'admettre que la photosphère d'où

[1] Traduit des *Annales de Poggendorff*, mars 1864, t. CXXI, p. 510.

[2] *Philosophical Transactions* for 1795, p. 42.

[3] *Astronomie populaire* t. II. p. 94.

[4] *Ibid.* p. 143.

[5] *Philos. Transact.* for 1795, p. 71.

émane la chaleur solaire, n'eût pas chauffé jusqu'à l'incandescence le noyau qu'elle enveloppe. L'atmosphère réfléchissante intermédiaire dont on supposait l'existence, pourrait bien arrêter le passage de la lumière, mais non pas le réchauffement progressif du noyau. C'est donc avec raison que M. Kirchhoff[1] dit que cette hypothèse, imaginée pour l'explication des taches du Soleil, est en contradiction si complète avec nos connaissances physiques, que l'on devrait la rejeter même si l'on ne pouvait arriver à rendre compréhensible d'une autre manière le phénomène des taches du Soleil.

M. Kirchhoff a été conduit par ses recherches sur le spectre solaire, à admettre que le Soleil consiste en un noyau solide ou liquide, porté à l'incandescence la plus élevée, et entouré d'une atmosphère diaphane à une température un peu inférieure.

Je ne sache pas que l'on ait jusqu'ici déduit de la nature de la chaleur qui émane du Soleil, une conclusion sur sa constitution; on ne pourrait guère mentionner que les observations du R. P. Sechi[2] sur ce que les pôles émettent moins de chaleur que l'équateur du Soleil. Quelques expériences que j'ai entreprises sur le rayonnement calorifique, permettent, je crois, des vues nouvelles sur la constitution de ce corps céleste.

Si l'on observe la chaleur qui émane d'une flamme de gaz non éclairante, et si l'on y introduit un peu de soude qui, comme on le sait, la rend fortement lumineuse, on voit en même temps que le rayonnement calorifique augmente. L'expérience était disposée de telle sorte que l'on

[1] *Denkschriften der Berliner Acad. der Wiss.* 1861, p 85.

[2] *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, t. XXXV, p. 606 et t. XXXVI, p. 659.

comparait toujours une place déterminée de la flamme de soude, avec la même place de la flamme non éclairante, et cela de manière que la soude même introduite dans la flamme ne pût pas rayonner sur la pile thermo-électrique qui servait à l'observation. Evidemment dans ce cas, une partie de la chaleur de la flamme était employée à porter à l'incandescence ou à vaporiser la soude et la lame de platine sur laquelle elle se trouvait, en sorte qu'en somme la flamme possédait une température plus basse qu'auparavant lorsqu'elle n'était pas lumineuse, et cependant elle émettait alors à peu près un tiers de chaleur de plus que précédemment.

Il se peut que la soude soit contenue dans la flamme à l'état de vapeur, ou que ce soient des particules enlevées à ce corps qui augmentent le pouvoir éclairant. Quoi qu'il en soit, je choisis, pour abréger le discours, la désignation de vapeur de soude.

En introduisant à la place de cette vapeur un disque de platine dans la partie de la flamme que l'on étudiait, la chaleur que cette dernière émettait devenait encore beaucoup plus considérable que précédemment. La lame de platine enlevait évidemment à la flamme encore plus de chaleur que la soude, et cependant elle rayonnait davantage. Avec la lame que j'employais, et dont le diamètre était de 55^{mm}, le rayonnement devenait près de deux fois plus fort que lorsque la flamme n'était pas éclairante. On n'observait pas de différence essentielle en rendant la lame plus épaisse ou plus mince, pourvu que son diamètre restât le même.

Mais si, au lieu de rendre la lame plus épaisse, on la recouvrait de carbonate de soude, alors le rayonnement

augmentait encore considérablement ; il devenait de moitié plus fort qu'avec la lame de platine sans soude.

Le rayonnement s'élevait encore plus, quand outre la lame de platine recouverte de soude, il se trouvait aussi de la vapeur de soude dans la flamme, ce que l'on obtenait en introduisant dans une partie inférieure de la flamme de la soude sur une lame de platine, comme on le faisait précédemment, c'est-à-dire sans que cette soude pût rayonner sur la pile.

Dans ce cas, la flamme complétement remplie de vapeur de soude et munie de la lame de platine recouverte de soude, émettait près de trois fois autant de chaleur que la flamme non éclairante.

Les sels de lithine et de strontiane se comportaient comme la soude.

Ces expériences montrent que les corps gazeux émettent beaucoup moins de chaleur que les corps solides ou liquides ; et que, par conséquent, on ne peut guère supposer que le siège de la chaleur solaire réside dans une photosphère formée de gaz ou de vapeurs. Elles montrent de plus, ce qui est particulièrement frappant, que la soude incandescente possède un beaucoup plus grand pouvoir de rayonnement pour la chaleur que le platine à égalité de température.

En outre, elles montrent que la vapeur de soude ou les particules de soude, absorbent une faible partie seulement de la chaleur émise par les corps incandescents solides ou liquides. En effet, le rayonnement du corps solide dans la flamme remplie de vapeur de soude était, il est vrai, toujours plus petit que la somme des rayonnements du corps solide seul et de la vapeur introduite

seule dans la flamme non lumineuse, mais la différence était petite.

Cette manière dont se comporte la soude incandescente liquide ou vaporisée confirme d'une manière frappante les vues de M. Kirchhoff sur la nature du Soleil.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

C. Matteucci. Sur les courants électriques de la terre (*Comp. rend. de l'Acad. des sciences*, t. LVIII, p. 942 — 23 mai 1864).

Après avoir rappelé les travaux qui ont été faits précédemment sur ce sujet, et qui sont loin d'avoir conduit à des résultats identiques, M. Matteucci rapporte ses propres expériences en ces termes :

« Du moment où je me suis proposé d'étudier ce sujet, j'ai pensé qu'il fallait avant tout posséder une méthode qui réalisât la condition d'avoir de longs fils conducteurs parfaitement isolés, étendus dans des directions déterminées, dont les communications avec le sol fussent absolument homogènes, et formant des circuits mixtes doués tous de la même conductibilité. Voici comment j'y suis parvenu.

« Le fil métallique que j'ai employé était du fil de cuivre de 2 millimètres de diamètre, couvert de gutta percha, qui était suspendu à l'aide d'une espèce de fente pratiquée au sommet d'une tige ou mince poteau de bois, comme on les a ici pour les lignes télégraphiques militaires. Ces tiges de bois étaient plantées à une distance de 25 ou 30 mètres l'une de l'autre, sur deux lignes exactement tracées, l'une dans le méridien magnétique, et l'autre normalement au méridien. Chacune de ces lignes était longue de 6 kilomètres. C'est sur la plaine de Saint-Maurice, à 22 kilomètres de Turin, plaine destinée aux manœuvres militaires, que ces

deux lignes ont été établies. Les communications entre les extrémités du fil et la terre se faisaient de la manière suivante. A l'extrémité de chaque ligne j'ai fait creuser une espèce de fossé, de forme rectangulaire, ayant 2 mètres de profondeur et de longueur, et 1 mètre de largeur ; au fond de ce fossé on faisait une cavité beaucoup plus petite, une espèce de capsule ayant 30 centimètres de largeur et de profondeur. Une couche d'argile, telle qu'on l'emploie dans les fabriques de poterie, était étendue avec soin sur la surface interne de cette capsule, de manière à empêcher l'eau de filtrer trop rapidement à travers la paroi. La même eau, qui était de l'eau de rivière, était employée pour les quatre cavités, et la personne qui était mise pour surveiller à chaque extrémité avait une provision de cette eau, de manière à maintenir l'eau toujours à la même hauteur. Enfin un cylindre poreux, comme on les emploie dans les piles de Daniell, rempli d'une solution saturée et neutre de sulfate de zinc, plongeait dans l'eau au centre de cette cavité, et le fil de la ligne était réuni à une lame de zinc parfaitement amalgamé, et qui plongeait à son tour dans la solution du sulfate. Les cylindres poreux ainsi préparés et les lames employées étaient essayés d'avance, et l'on renouvelait cet essai de temps en temps, de manière à être sûr que les lames étaient parfaitement homogènes. Rarement il arrive que deux lames, une fois rendues bien homogènes, s'altèrent avant plusieurs jours, lorsqu'on les laisse toujours plongées dans la solution de sulfate. Dans le cas où quelque légère hétérogénéité apparaît, il suffit de les laver et de les amalgamer de nouveau pour qu'elles redeviennent homogènes. Je m'assure d'avance que les deux lignes mixtes ont la même conductibilité. Dans une plaine uniforme, comme celle dans laquelle j'ai opéré, les fossés étant pratiqués à peu près dans le même terrain, les différences de conductibilité ne peuvent pas être bien grandes : j'ai réussi à les rendre égales en approfondissant de quelques centimètres les cavités pratiquées au fond des fossés de la ligne qui était trouvée la plus résistante.

« De cette manière, j'ai donc réalisé les conditions du circuit que je crois essentielles pour ces expériences. Je ferai remarquer que j'ai voulu essayer d'avance deux fossés semblables, avec les cavités au fond que j'ai décrites, pratiquées à la distance de 5 à 6 mètres l'une de l'autre : je n'ai trouvé aucune trace de courant entre ces cavités, comme je n'en avais eu aucune en employant les deux cylindres poreux avec leurs lames de zinc plongées dans une cuve pleine d'eau. J'ai voulu aussi essayer d'avance si la nature des terrains où les fossés étaient pratiqués pouvait avoir quelque influence. Pour cela, j'avais fait transporter la terre provenant de l'excavation des fossés près de l'endroit où j'étais établi, et j'avais fait remplir de cette terre deux cavités pratiquées dans un champ voisin ; c'est dans cette terre que j'ai plongé, de la manière déjà décrite, les extrémités du galvanomètre, et je n'ai obtenu aucun signe de courant au galvanomètre.

« A peu près vers l'endroit où les deux lignes nord-sud et est-ouest se croisaient, chacune des lignes était interrompue, et les extrémités ainsi obtenues allaient plonger dans des capsules pleines de mercure dans la chambre où je m'étais établi avec le galvanomètre. J'ai employé alternativement trois galvanomètres ; un de 1500 tours, l'autre de 100 et un troisième de 24000 tours ; les nombres que je rapporterai dans mon Mémoire ont été obtenus avec le premier.

« Je demande pardon de ces longs détails sur le procédé que j'ai employé ; mais j'ai cru devoir les donner à raison de l'importance de ces recherches, et des difficultés et de l'incertitude qu'on rencontre dans les travaux que j'ai déjà cités. J'ai continué à peu près pendant un mois les expériences sur ces deux lignes, c'est-à-dire du 12 ou 15 mars au 15 avril de cette année ; en général, le temps était beau, l'air froid et sec, le soleil très-chaud. Je ne puis pas rapporter dans cet extrait tous les nombres obtenus dans cette longue série d'expériences ; pendant dix jours les observations se faisaient presque d'heure en heure en changeant d'ob-

servateurs. Je suis donc forcé de ne donner ici que le résumé des résultats auxquels je suis parvenu :

« 1° Dans les circuits mixtes, formés de la manière que j'ai décrite, il est rare de ne pas trouver des courants électriques plus ou moins constants, dont l'origine ne peut absolument être attribuées aux hétérogénéités des lames métalliques extrêmes, ni à des actions chimiques entre l'eau où plongent les lames et les couches terrestres.

« 2° Ces courants augmentent d'intensité en approfondissant les cavités où les lames extrêmes sont plongées de 0m,50 à 2 mètres : la plus grande conductibilité qu'on trouve dans la ligne mixte en approfondissant les cavités extrêmes rend compte de ce résultat. Il faut en dire autant de l'augmentation légère et passagère des courants électriques qui se vérifie par l'effet de la pluie sur le terrain qui entoure immédiatement les cavités où plongent les électrodes.

« 3° On n'a pas trouvé que l'étendue des lames de zinc et le diamètre des vases poreux eût une influence bien marquée sur l'intensité de ces courants, lorsqu'on opérait à la profondeur de 2 mètres.

« 4° Dans la ligne méridienne ou sud-nord, le courant électrique a eu toujours une direction constante : des centaines d'observations ont constamment montré que le courant entrait dans le galvanomètre par la ligne métallique venant du sud et en sortait pour entrer dans la ligne allant au nord.

» En comparant les déviations à peu près conformes obtenues dans ce grand nombre d'observations, on déduit que ce courant présente, dans les vingt-quatre heures, deux *maximum* et deux *minimum* d'intensité Les deux *minimum* sont, pendant le jour et dans la nuit, à peu près aux mêmes heures, c'est-à-dire de 11 heures à 1 heure. Après 1 heure, dans la nuit, le courant augmente et atteint un *maximum* de 5 à 7 heures du matin ; dans le jour, ce *maximum* oscille entre 3 et 7 heures après midi. La différences d'intensité entre les *minimum* et les *maximum* d'intensité est plus grande que de 1 à 2.

« 5° Dans la ligne équatoriale, les résultats sont très-différents et sujets à de grandes variations. Souvent l'aiguille reste à 0 degré, souvent elle oscille tantôt dans un cadran, tantôt dans l'autre, en allant de 2 à 3 degrés jusqu'à 14 et 15 degrés du même côté, et souvent elle oscille autour de 0 degré. La direction de ces courants qui a été trouvée la plus fréquente dans la ligne équatoriale était d'ouest à est dans le fil métallique.

« 6° En établissant les communications entre les lignes sud-est, sud-ouest, et nord-est, nord-ouest, les courants trouvés ont été généralement ceux qui circulaient dans la portion de la ligne appartenant à la ligne sud-nord.

« 7° On n'a jamais observé que la température plus ou moins élevée, qui a varié de 0 degré dans la nuit jusqu'à + 18 degrés ou 20 degrés dans le jour, l'humidité ou la sécheresse de l'air, et même le temps d'orage, eussent une influence sur la direction et sur l'intensité du courant de la ligne méridienne.

« 8° Les résultats ont été les mêmes, soit que la portion métallique de la ligne fût suspendue sur les poteaux, soit qu'elle fût couchée sur le sol. »

L'auteur termine par une discussion des causes encore fort obscures auxquels on peut attribuer ces courants ; il signale à cet égard le fait suivant qui pourra peut-être jeter un jour nouveau sur ce sujet :

« Ces courants terrestres ont une plus grande intensité, pour une ligne mixte, la distance entre les extrémités restant la même, lorsque les cavités extrêmes qui établissent la communication entre les fils métalliques et la terre sont à des niveaux différents, que lorsque ces communications sont établies dans une couche horizontale. Ainsi, j'ai établi depuis plusieurs mois une ligne sur la colline de Turin, dont le fil métallique en ligne droite a à peine 600 mètres de longueur, et dont les cavités extrêmes sont à une différence de niveau d'à peu près 150 mètres. La ligne qui joint les deux cavités est dans une direction intermédiaire ou sud-est et nord-ouest. Le courant circule constamment depuis cinq ou six

mois de bas en haut dans le fil métallique ou de l'extrémité nord-ouest à l'extrémité sud-ouest. Toutes les précautions que j'ai déjà décrites ont été employées dans la construction des cavités où plongent les lames de zinc, et j'ai la certitude que le courant obtenu ne dépend ni d'une hétérogénéité quelconque dans le fil métallique, ni des lames extrêmes, ni d'une action chimique entre les lames et les couches terrestres où elles sont plongées. Quand on a soin, comme je l'ai fait pendant plusieurs jours de suite, de maintenir à une hauteur constante les liquides des cavités extrêmes, l'eau et la solution de sulfate dans les vases poreux, la déviation reste à peu près invariable, quels que soient l'état du ciel et la température de l'air, et ce n'est qu'à la suite d'une pluie assez longue que la déviation augmente temporairement. Je n'ai pas remarqué dans cette ligne les périodes dont j'ai parlé. D'autres lignes à peu près de cette longueur, dans des terrains semblables, établies au pied de la colline dans une couche horizontale, n'ont pas donné de déviation sensible.

« Si l'influence de la différence de niveau des extrémités de la ligne métallique se trouvait vérifiée dans un grand nombre de cas différents, si la direction du courant était constante, c'est-à-dire toujours de bas en haut dans le fil métallique, ne serait-on pas tenté d'attribuer ces courants à l'état électrique négatif de la terre, dont la tension serait inégale entre la plaine et les points élevés, comme il arrive dans un globe électrisé communiquant avec une pointe métallique ? En effet, de même qu'on voit augmenter les signes de l'électricité positive de l'air à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère, on trouve aussi des signes plus forts d'électricité négative en s'élevant, lorsqu'un fil de cuivre isolé, dont une extrémité communique avec la terre, est porté en contact de la boule de l'électroscope avec l'autre extrémité. Cette explication pourrait être soumise à l'épreuve lorsque l'atmosphère présenterait pendant un certain temps des signes d'électricité négative. J'ai quelquefois obtenu des signes très-passagers de cette électricité à l'approche des pluies d'orage, sans noter aucune variation

dans le courant de la ligne, mais je me propose de continuer des expériences de comparaison de ce genre entre l'état électrique de l'atmosphère et la direction du courant terrestre. »

CHIMIE.

G. Rose. Ueber die chemische zusammensetzung.... Sur la composition chimique de la braunite et de la hausmannite, et sur l'isomorphisme du bioxyde de manganèse avec l'acide silicique. (*Poggendorff's Annalen*, t. CXXI, p. 318.)

Malgré leur composition, la braunite et la hausmannite ne sont pas isomorphes avec l'hématite et la magnétite ; ce fait assez étonnant peut s'expliquer en admettant que ces deux espèces minérales sont des manganites MnO, MnO^2 et $(MnO)^2$, MnO^2, analogues à la psilomélane. Plusieurs faits viennent à l'appui de cette manière de voir : ainsi, par exemple, il est reconnu maintenant que le bioxyde de manganèse joue le plus souvent le rôle d'un acide faible ; certains oxydes intermédiaires de manganèse peuvent se dédoubler à la manière du minium ; etc.

Les braunites d'Allemagne contiennent de la baryte ; dans celles du Piémont, la silice neutralise une partie de l'oxyde manganeux ; les premières doivent donc se formuler (MnO, BaO), MnO^2 et la dernière MnO, (SiO^2, MnO^2).

Il résulte de là l'isomorphisme de l'acide silicique avec le bioxyde de manganèse et le dimorphisme du silicate manganeux.

M. D.

Lallemand Note sur les cyanures de cuivre et quelques-unes de leurs combinaisons. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LVIII, p. 750.)

Faute d'avoir pris connaissance des travaux de ses devanciers, l'auteur publie comme nouveaux des résultats qui avaient, pour la plupart, été obtenus d'une manière plus complète par

MM. de Ittner, Gmelin, Rammelsberg, Meillet, Bœttger, Monthiers et Balard. Pour la même raison, un ou deux faits qu'il aurait été intéressant d'examiner de plus près, lui ont échappé : ainsi, par exemple, la formation d'acide purpurique qui a lieu, d'après M. Meillet, dans la préparation du cyanure cuproso-barytique [1].

On avait admis jusqu'à présent que les cyanures doubles cuproso-métalliques étaient formés par des équivalents égaux des cyanures simples ; M. Lallemand attribue à ces sels la formule générale $M.\,Cy + 2\,Cu^2\,Cy$; cependant M. Rammelsberg a fait connaître deux composés qui se représentent par $K\,Cy + Cu^2\,Cy$ et par $3\,K\,Cy + Cu^2\,Cy$. [2]. M. D.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

N. Lieberkuehn. Ueber Bewegungserscheinungen, etc. Sur les phénomènes moteurs chez les éponges. (*Archiv f. Anat. und Physiologie*, 1863, p. 717).

Les mouvements observés jusqu'ici chez les éponges concernent, les uns, des parties plus ou moins étendues de la peau et des tubes d'éjection, les autres, les cellules isolées.

Dans la contraction des tubes déjecteurs, la paroi de ces organes s'épaissit en se raccourcissant et sa surface se mamelonne, permettant d'apercevoir les limites des cellules auparavant indistinctes. Les mouvements de la peau consistent en un rapprochement ou un éloignement du parenchyme du corps, ainsi que dans l'ouverture ou l'occlusion des pores d'ingestion. Quant aux cellules considérées isolément, elles sont susceptibles de changer de forme, de présenter alternativement une apparence sphérique ou étoilée, par exemple. Jusqu'ici cependant personne n'avait observé de déplacement de ces cellules. Ce sont des mou-

[1] Journ. de Pharm. et de Chimie (3 série) t. XI p. 249.
[2] Formules en équivalents.

vements de cette nature que M. Lieberkühn décrit dans un nouveau mémoire sur les spongilles.

Le parenchyme du corps des spongilles présente une distribution très-variable, tandis que le squelette siliceux conserve toujours dans tous les exemplaires la même forme caractéristique. Tantôt ce parenchyme présente une structure caverneuse : il renferme des cavités plus ou moins isolées les unes des autres et en connexion avec les ouvertures d'ingestion ou avec le tube d'éjection ; tantôt ces cavités sont remplacées par un système de canaux qui s'étendent dans une grande partie de l'éponge pour s'ouvrir, en définitive, directement dans le tube déjecteur, et dans ce cas, une grande partie de la peu est privée d'ouvertures d'ingestion. Dans d'autres cas les pores cutanés sont semés en très-grand nombre sur toute la surface de l'éponge et conduisent d'ordinaire dans une grande cavité, appartenant au territoire d'ingestion. Les parois des cloisons, qui limitent ces cavités, portent les appareils vibratiles. Dans d'autres spongilles il n'existe pas de cloisons membraneuses délimitant les cavernes, mais le corps est parcouru en tous sens par des trabécules d'épaisseur variable s'appuyant souvent sur la peau. Les unes ont une apparence complétement lisse sans contour de cellules appréciable, et les plus fortes portent les appareils vibratiles. D'autres sont étranglées en chapelet, étant formées par une simple rangée de cellules juxtaposées. D'autres encore sont formées par plusieurs rangées de cellules juxtaposées dont les limites sont visibles seulement à la surface (de manière à simuler un revêtement épithélial) ou bien seulement dans le centre de la trabécule.

Toutes ces apparences si différentes peuvent se présenter successivement dans une même et seule spongille. Des cloisons parenchymateuses homogènes se sont contractées sous les yeux de M. Lieberkühn en trabécules à structure celluleuse et en forme de chapelet. Il a vu en revanche des trabécules voisines s'étaler et se souder ensemble de manière à constituer une paroi membraneuse. Les cavités s'ouvrent les unes dans les au-

tres et se séparent de nouveau. Les fragments de spongilles excisés artificiellement enseignent que les cellules du parenchyme peuvent se réunir en quelques heures pour former une enveloppe cutanée.

Les pores d'ingestion ne sont d'ailleurs point caractéristiques de la peau puisqu'on en voit naître de tous semblables dans les cloisons membraneuses de l'intérieur du corps. Les tubes d'éjection sont le siége de mouvements tout particuliers. L'auteur a vu des cellules de la couche la plus interne monter en glissant le long de la paroi du tube pour redescendre ensuite.

M. Lieberkühn a constaté d'une manière positive un fait qui n'était que soupçonné depuis les observations de Laurent, celui de la reproduction des éponges par division spontanée. Sur des individus conservés dans des vases pleins d'eau de source, il a vu le corps se contracter et émettre çà et là des prolongements qui ne tardent pas à se détacher et à se glisser sur des parties vides du squelette siliceux et même sur le fond du vase. Cette production paraît n'avoir lieu que chez des individus près de périr. Mais les fragments ainsi mis en liberté continuent de vivre, et, au bout de quelques semaines, ils ont produit dans leur intérieur des aiguilles de silice et des cils vibratiles.

Chez ces fragments de spongilles et chez les individus complets en voie de périr. M. Lieberkühn a été témoin de phénomènes qui peuvent facilement donner lieu à des méprises. Des cellules de l'animal se détachent de la masse et restent dispersées tout autour. Une partie d'entr'elles finissent par se dissoudre, mais d'autres, ou du moins des corps qui par leur apparence ne peuvent s'en distinguer, commencent à émettre des filaments transparents très-minces comparables à ceux des actinophrys. Quelques-uns de ces corps s'enkystent même à la manière des actinophrys et des amœba. De ces kystes on voit sortir quelquefois plus tard quatre ou cinq monades uni-flagellées, susceptibles, soit de ramper à la manière des amœba, soit de nager à l'aide de leur flagellum. Ces êtres sont quelquefois en si grand nombre dans l'intérieur des spongilles en voie de périr, qu'on pourrait être

tenté de les prendre pour des amas de cellules des spongilles. Il faudrait alors revenir à l'idée de Dujardin qui ne voyait dans les spongilles que des amas d'amœba habitant une sorte de polypiers siliceux. Toutefois M. Lieberkühn montre que ces êtres ne font point partie intégrante des spongilles et qu'ils apparaissent aussi en grande quantité dans des œufs de poissons et d'autres animaux en voie de périr. Il laisse incertaine la question de savoir si les monades sont les embryons de ces espèces d'amœba et si l'on ne doit les considérer que comme les parasites de ces parasites. Il n'est pas sans intérêt de rapprocher ces faits d'observations qui ont été faites d'autre part (Jæger) chez les hydres. On a prétendu, en effet, que ces animaux seraient susceptibles de se résoudre en petits êtres uni-cellulaires amæbiformes susceptibles de reproduire des hydres. N'y aurait-il point là-dessous un cas de parasitisme analogue mal interprété?

Otto Nasse. Die Eihullen der Spitzmaus, etc. Les enveloppes de l'oeuf chez la musaraigne et le hérisson (*Archiv f. Anat. u. Phys.*, 1864, p. 730.)

Les embryologistes savent depuis longtemps que le placenta est limité chez les chiens et les chats par deux anneaux de couleur verte dont la couleur est due à une substance, voisine de la bile, d'après Barruel, substance à laquelle Meckel de Hemsbach a donné le nom d'hématochlorine. Aujourd'hui M. Nasse retrouve cette même substance chez les embryons des musaraignes, seulement son siége n'est point le même que chez les embryons des chiens et des chats. Chez ces derniers, en effet, elle est logée dans les villosités du chorion, tandis que chez les musaraignes elle est déposée dans les cellules de l'épithélium qui revêt le sac ombilical et ses villosités.

Dans son essai de classification des vertébrés basée sur le développement, M. Milne Edwards rapproche les insectivores des rongeurs à cause de la forme discoïde du placenta. Il ne fau-

drait point croire cependant que ces animaux présentent une évolution identique. Chez le rat, vers la fin de la vie fœtale, l'enveloppe la plus externe de l'œuf est, selon M. Nasse, une membrane résultant de la transformation de la vésicule ombilicale. Quant au chorion, il a entièrement disparu. Chez la musaraigne, au contraire, le chorion persiste et recouvre la membrane villeuse résultant de la transformation de la vésicule ombilicale.

Au point de vue des enveloppes de l'œuf, l'embryon du hérisson paraît s'écarter encore bien plus du type des rongeurs que celui de la musaraigne. Non-seulement son chorion persiste, mais encore le sac ombilical, qui forme chez les rongeurs une enveloppe tout autour de l'œuf, offre chez lui une tout autre apparence et conserve pendant une grande partie de la vie intra-utérine, peut-être même jusqu'à la naissance, la forme d'une vésicule. Dans des œufs renfermant déjà un embryon bien développé long de 15 à 19 millimètres, on aperçoit immédiatement sous le chorion une raie rougeâtre large d'environ 5 millimètres. Si l'on ouvre le chorion, on reconnaît que cette bande n'est que la vésicule ombilicale affaissée sur elle-même et munie de papilles vasculaires sur sa paroi interne. La vésicule est vide et ses fonctions, par conséquent, entièrement problématique à cette époque de la vie embryonnaire. L'hématochlorine fait complétement défaut aux œufs du hérisson.

ALEX. AGASSIZ. ON ARACHNACTIS, etc. SUR L'ARACHNACTIS BRACHIOLATA, ACTINIE FLOTTANTE, TROUVÉE PRÈS DE NAHANT MASSACHUSSETS. (*Journ. Bost. Soc. Nat. Hist.* Févr. 1863. p. 525.

Le zoophyte zoanthaire décrit par M. Alex. Agassiz dans ce petit mémoire est proche parent de l'Arachnactis que M. Sars a fait connaître dans sa *Fauna littoralis*. M. Agassiz insiste tout particulièrement sur la structure bilatérale de ce type, à peu près aussi frappante que celle des Philoméduses et des Halcampa,

étudiés par M. M. Fritz Müller et Strethill Wright [1]. La bouche est en effet excentrique et allongée en fente. Les tentacules sont distribués en deux rangées, l'une placée immédiatement autour de la bouche, l'autre sur le bord du disque actinal (oral). Contrairement à ce qui se passe chez d'autres polypes zoanthaires les tentacules du premier cycle ne se développent point tous simultanément : les plus anciens sont placés à l'une des extrémités de l'axe longitudinal de la boucle et de nouveaux tentacules appartenant au même cycle apparaissent successivement à l'extrémité opposée. Outre ces tentacules qui sont tous pairs, il existe un tentacule impair correspondant à l'extrémité de la bouche la plus rapprochée du bord du disque.

M. Agassiz pense que le Dianthée de M. Busch qui est, d'après M. Leuckart, un jeune Cérianthe, présente la même disposition des tentacules que les Arachnactis. Il juge qu'il serait convenable de former pour ces actinies à double rangée de tentacules un sous-ordre spécial, caractérisé par la circonstance que les cloisons d'un même cycle sont de longueur différente. Ce sous-ordre comprendrait pour le moment deux familles, dont les Cérianthes et les Arachnactis seraient les représentants.

[1] V. *Archives*. Tome XIV, pag 177.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le Prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE MAI 1864.

Le 2, gelée blanche, minimum + 0°,8 ; halo solaire dans la matinée.
12, brouillard le matin de bonne heure.
14, depuis 8 h. 30 m., couronne lunaire à plusieurs reprises dans la soirée.
18, de 1 h 55 m. à 2 h. 10 m.. quelques faibles roulements de tonnerre du côté de l'Ouest ; les nuages orageux suivent le Jura du N. au S.
19, hâle assez intense pendant tout le jour.
20, le hâle a été beaucoup plus intense que la veille ; le soleil, et pendant la nuit les étoiles avaient une teinte rougeâtre.
21, le hâle a duré encore pendant toute la matinée, jusques vers midi, où un assez fort vent du Sud s'est levé. Le soir, de 7 h. 40 m. à 8 h. 15 m., éclairs et faibles tonnerres du côté du Sud ; l'orage passe du SSO. au SSE.
29, de 6 h. 20 m. à 6 h. 30 m. du matin, on voit très-bien les deux parhélies sur le cercle du halo ordinaire.
31, halo solaire de 9 h. 25 m. à 9 h. 35 m. du matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 1, à 10 h. soir.....	730,76	Le 3, à 6 h. soir	721,87
6, à 8 h matin...	728,18	8, à 6 h. soir.....	717,49
11, à 6 h. matin...	723,86	12, à midi.....	719,90
18, à 8 h. matin ...	731,39	21, à 6 h. soir.....	721,16
25, à 6 h. matin. .	728,47	26, à 5 h. soir.....	718,50
29, à 8 h. matin...	726,87		

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Ecart avec la temp. normale.	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h	Tension de la vap. Ecart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Ecart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minimum.	Fract. de saturation en millièmes. Maximum.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Ecart avec la temp. normale.	Limnimètre à midi
	millim.	millim	°	°	°	°	mm	mm.					mm.				°	°	pouces
1	730,19	+ 5,80	+ 9,53	−1,23	+ 3,2	+14,7	4,85	−1,78	574	−143	360	870	.	..	N. 1	0,10	.	....	35,0
2	729,14	+ 4,73	+ 9,02	−1,89	+ 0,8	+17,2	5,87	−1,83	699	− 18	340	1000	4.2	7	S. 1	0,69	11,4	+ 2,0	35,0
3	722,95	− 1,49	+11,49	+0,43	+ 7,9	+15,4	8,38	+1,60	832	+115	570	980	18,2	19	variable	0,99	9,5	0,0	35,5
4	725,37	+ 0,90	+10,93	−0,27	+ 7,6	+15,5	6,37	−0,18	669	− 49	490	790	0,4	2	SSO. 1	0,94	9,3	− 0,3	35,5
5	726,51	+ 2,00	+11,90	+0,55	+ 9,3	+17,2	7,93	+1 01	780	+ 62	450	880	6,1	10	variable	0,71	...	....	36,0
6	727,36	+ 2,81	+ 9,79	−1,70	+ 5,3	+15,5	8,24	+1.24	900	+181	710	970	...	..	N. 1	0,41	8,9	− 0,9	37,5
7	724,44	− 0,14	+14,68	+3,04	+ 5.4	+22,3	9 37	+2.30	752	+ 33	460	940	0,4	2	SSO. 1	0,72	9,7	− 0,2	38,5
8	719,16	− 5,46	+17,32	+5,54	+11,0	+23,2	9.57	+2,42	664	− 55	430	860	...	..	SO. 1	0,73	..	....	40,0
9	718,81	− 5,85	+16,96	+5,03	+11,1	+23,2	8,59	+1,37	624	− 96	410	840	0,5	2	SSO. 2	0,70	9,1	− 1,0	40,5
10	723,37	− 1,33	+14,80	+2,73	+12,8	+19,9	9,02	+1,72	736	+ 16	650	780	...	..	variable	0,90	7,9	− 2,3	40.5
11	722,50	− 2,24	+14,52	+2,31	+11,0	+19,5	8,28	+0,90	691	− 30	530	840	...	..	N. 1	0,40	9,5	− 0,8	41,2
12	720,82	− 3,96	+10,05	−2,31	+ 8,5	+14,9	8,49	+1,04	938	+217	750	1000	17,2	13	variable	0,97	9,3	− 1,1	42,0
13	725,01	+ 0,19	+12,33	− 0.17	+ 7.9	+19,6	9,65	+2,12	897	+176	710	990	4,8	9	variable	0,86	8,5	− 2,0	42,0
14	727,75	+ 2 88	+11.94	−0,70	+10,5	+18,5	10,11	+2,50	976	+254	750	1000	5,8	9	N. 1	0,81	10,4	− 0,2	43,0
15	727,24	+ 2,32	+13,48	+0,69	+ 7.6	+19,2	8.99	+1,30	780	+ 58	520	980	...	..	N. 2	0,27	. .	.....	44,0
16	728,29	+ 3.32	+15,65	+2,72	+ 8.4	+21,0	10,13	+2,36	756	+ 34	570	910	..	..	N. 1	0,27	11,9	+ 1,1	45,0
17	729,70	+ 4,68	+16,88	+3 80	+10,7	+22,4	10,34	+2,49	736	+ 14	530	930	...	.	N. 1	0,07	...	....	45,5
18	730,46	+ 5,39	+18,06	+4,84	+11,0	+21,0	11,27	+3,34	728	+ 6	520	880	..	..	NNO. 1	0,17	14,8	+ 3,8	45,5
19	728,48	+ 3,36	+17,82	+4,46	+10.5	+25,1	9,52	+1,52	642	− 81	310	870	...	..	NNE. 2	0,04	14,9	+ 3,8	46.3
20	727,48	+ 2,31	+17,56	+4,06	+11,2	+23,1	9,40	+1,32	646	− 77	380	820	...	..	NNO. 1	0,07	15,7	+ 4,5	46,7
21	723,60	− 1,62	+17,67	+1,03	+ 8,7	+25,0	9,11	+0,96	621	−102	360	900	0,5	2	variable	0,44	16,3	+ 4,9	47,3
22	724,90	− 0,37	+16,00	+2,22	+12,0	+21,4	8,41	+0,18	637	− 86	470	850	...	.	NNO. 1	0,54	..	....	47,2
23	726,42	+ 1,10	+14,96	+1,01	+ 7,5	+20,8	8,12	−0.18	656	− 67	400	910	0,2	1	variable	0,78	15.6	+ 4,0	48,0
24	726,93	+ 1,56	+11,99	−2,06	+ 8,8	+16 0	5,65	−2,72	567	−156	340	690	...	..	N. 2	0,19	15,8	+ 4,1	49.0
25	726,71	+ 1,28	+12,03	−2,16	+ 3,9	+19,2	6,50	−1,94	622	−100	370	760	...	..	N. 1	0,00	15,3	+ 3,5	48,5
26	720,46	− 5.03	+14,01	−0,31	+ 4,8	+22,1	6,60	−1,91	563	−159	320	840	.	..	N. 2	0,08	15,2	+ 3 3	48,5
27	722,02	− 3,52	+10,75	−3,70	+ 7,9	+14,2	4,77	−3,81	523	−199	380	600	...	..	NNE. 3	0,07	14,8	+ 2,8	48,5
28	725,76	+ 0,16	+11,75	−2,84	+ 2,3	+17,3	5,73	−2,92	562	−159	410	800	...	..	N 1	0,01	14.8	+ 2,7	48.8
29	726,22	+ 0,57	+14,72	0,00	+ 4,7	+22,2	6,62	−2,10	551	−170	370	800	...		SSO. 1	0,23	...	...	48.0
30	725,66	− 0,05	+16,65	+1,79	+ 7,7	+23,9	7,20	−1,59	546	−175	260	800	...	..	SSO. 1	0,24	15.3	+ 2,9	47.0
31	723,94	− 1,83	+16,23	+1,24	+10,1	+21,0	9,53	+0,67	693	− 27	490	740	5,8	6	SSO. 1	0,78	15.5	+ 3,0	46,5

MOYENNES DU MOIS DE MAI 1864

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
				Baromètre.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	725,17	725,27	725,03	724,66	724,33	724,04	723,98	724,47	724,68
2e »	727,12	727,31	727,20	726,76	726,37	726,04	725,99	726,35	726,78
3e »	725,37	725,41	725,21	724,76	724,20	723,95	723,95	724,44	725,17
Mois	725,87	725,98	725,79	725,37	724,94	724,66	724,61	725,07	725,53
				Température.					
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	+ 9,11	+12,55	+15,08	+16,17	+16,62	+16,01	+14,73	+12,67	+11,74
2e »	+11,57	+14,51	+15,96	+17,97	+19,16	+18,79	+17,03	+15,27	+13,83
3e »	+ 9,73	+13,90	+16,22	+18,27	+19,18	+18,71	+17,67	+14,79	+12,61
Mois	+10,12	+13,66	+15,77	+17,50	+18,35	+17,87	+16,51	+14,26	+12,72
				Tension de la vapeur.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	7,65	7.88	8,08	7,76	7,58	7,72	7,68	8,09	8,18
2e »	9,34	9.62	9.98	9,90	9,62	9,03	9,61	9,68	9,75
3e »	7,07	7,53	7,29	6,87	7,31	6.81	7,05	7,10	7,25
Mois	7,99	8,41	8,41	8,14	8,14	7,82	8,08	8,25	8,36
				Fraction de saturation en millièmes.					
1re décade,	870	731	635	574	537	568	613	737	793
2e »	919	810	742	651	597	583	674	755	828
3e »	781	623	521	440	438	427	465	555	652
Mois	854	718	629	551	521	523	580	678	754

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moyenne du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		°	mm	p.
1re décade,	+ 7,44	+18,41	0,69	9,40	29,8	37,4
2e »	+ 9,73	+20,73	0,39	11,87	27,8	44,1
3e »	+ 7,13	+20,28	0,31	15,40	6,5	47,9
Mois	+ 8,07	+19,82	0,46	12,47	64,1	43,3

Dans ce mois, l'air a été calme 1 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,43 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 23°,3 O. et son intensité est égale à 39 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE MAI 1864.

SAINT-BERNARD. — Mai 1864.

Jours du mois	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Ecart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum	Température, C. Moyenne des 24 heures.	Température, C. Ecart avec la température normale.	Température, C. Minimum.[1]	Température, C. Maximum.[1]	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures	Vent dominant	Clarté moy. du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	mm	mm			
1	564,67	+ 2,50	563,92	565,16	— 3,34	— 1,53	— 6.6	— 0.2	.....	.....	.....	NE. 1	0,32
2	563,90	+ 1,64	563,09	564,93	— 1,42	+ 0,25	— 2.4	+ 3.1	25	2,0	2	NE. 1	0,44
3	559,46	— 2,89	558,18	561,43	— 2,11	— 0.58	— 3.4	+ 0.4	180	40,0	7	NE. 3	1,00
4	561,23	— 1,21	560,41	561,68	— 3,68	— 2 30	— 6.1	— 1,2	.....	.....	.....	NE. 2	1,00
5	563,19	+ 0,66	561,58	564,26	— 0,93	+ 0,31	— 2,9	+ 2,2	110	20,0	5	NE, 1	1,00
6	565,05	+ 2,42	564,17	565,44	+ 2,63	+ 3,72	— 3,3	+ 7,7	.....	.....	.....	NE. 1	0,00
7	565,04	+ 2,32	564,80	565,20	+ 4,85	+ 5,80	— 0,1	+10,4	.....	.....	.....	SO. 1	0,70
8	562,38	— 0,44	562,19	562,80	+ 4,44	+ 5,24	+ 2,3	+ 9,8	.....	31,0	4	SO. 1	0,97
9	561,64	— 1,27	561,36	562,27	+ 1,19	+ 1,85	+ 0.8	+ 3 2	.....	32,0	5	SO. 1	1,00
10	562,46	— 0,55	562,26	562,84	+ 1,46	+ 1,98	0,0	+ 5,1	.....	11,4	6	NE. 1	0,98
11	562,52	— 0,59	562,23	562,79	+ 4,21	+ 4,59	+ 1.0	+ 7,9	.....	.....	.....	NE. 1	0,72
12	559,87	— 3,34	558,94	560.95	— 0,87	— 0 63	— 1,3	+ 1.2	170	48.1	17	variable	1,00
13	563,14	— 0,17	560,77	564 88	+ 0,30	+ 0,40	— 1.8	+ 4.2	100	13,6	6	NE. 1	1,00
14	565,31	+ 1,90	564,73	565,98	+ 0,10	+ 0.06	— 1,0	+ 3,1	.....	18,3	7	NE. 1	1,00
15	566,45	+ 2,94	565,61	567,49	+ 1,78	+ 1,60	— 1,0	+ 6,2	.....	.....	.....	NE. 1	0,72
16	568,20	+ 4,59	567,25	569,05	+ 3.39	+ 3.07	+ 0,4	+ 7,2	.....	.....	.....	calme	0,40
17	570,09	+ 6,38	569,05	571.23	+ 6,50	+ 6.04	+ 1,6	+11,3	.....	.....	.....	calme	0,13
18	571,01	+ 7,20	570,64	571 32	+ 6,23	+ 5,63	+ 3,3	+10,2	.....	.....	.....	NE. 1	0,19
19	569,16	+ 5,25	568,77	569,51	+ 5,59	+ 4,85	+ 3,6	+ 8,5	.....	.....	.....	NE. 1	0,36
20	568,20	+ 4,19	567,71	568,61	+ 5.53	+ 4,65	+ 2,5	+ 8,7	.....	.....	.....	NE. 1	0,17
21	564,85	+ 0,73	563,48	566.62	+ 5,12	+ 4.10	+ 2,6	+ 9,2	.....	.....	.....	calme	0,67
22	564,32	+ 0,10	562,93	565.51	+ 1,45	+ 0,30	+ 1,0	+ 4,1	.....	.....	.....	NE. 1	1.00
23	564,67	+ 0 35	564,53	564,90	+ 1,30	+ 0,01	— 1,1	+ 4.8	.....	.....	.....	NE. 1	0,66
24	564,04	— 0,38	562,71	565.23	— 0.99	— 2,41	— 2,0	+ 1.8	.....	.....	.....	NE. 1	0,23
25	564,93	+ 0,41	564,34	565,41	+ 2,09	+ 0,54	— 0,8	+ 5,2	.....	.....	.....	NE. 1	0,01
26	560,27	— 4,36	558,84	562,11	+ 1.72	+ 0.04	— 1,3	+ 5,0	.....	.....	.....	NE. 1	0,43
27	558,69	— 6,05	557,35	560.46	— 3,30	— 5,11	— 4.8	— 0,1	.....	.....	.....	NE. 2	0,74
28	563,04	— 1,80	560,95	564,71	— 1 04	— 2.98	— 4,8	+ 2,4	.....	.....	.....	NE. 2	0,00
29	564,78	— 0,17	564.28	565.45	+ 1.82	— 0,25	— 0,4	+ 5,2	.....	.....	.....	NE. 1	0,52
30	565,42	+ 0,37	564,83	566,14	+ 3,57	+ 1,37	— 0,2	+ 7,0	.....	.....	.....	NE. 1	0,28
31	566,22	+ 1,07	565,76	566,56	+ 1.16	— 1,16	+ 1,1	+ 2,2	.....	80,5	7	SO. 2	1,00

[1] Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. du matin à 10 h. du soir, les thermomètrographes étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS DE MAI 1864.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s	8 h. s.	10 h. s.
	Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	562,77	562,79	562,93	562,85	562,90	562,99	562,91	563,00	563,00
2e »	565,98	566,23	566,35	566,42	566,43	566,38	566,34	566,60	566,83
3e »	563,42	563,57	563,64	563,81	563,78	563,72	563,75	563,88	564,16
Mois	564,04	564,18	564,28	564,34	564,35	564,34	564,31	564,47	564,65
	Température.								
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade,	— 1,87	+ 0,90	+ 2,06	+ 3,13	+ 3,01	+ 2,17	+ 0,87	— 0,50	— 0,68
2e »	+ 0,88	+ 3,04	+ 4,75	+ 5,89	+ 6,48	+ 6,05	+ 3,86	+ 2,66	+ 2,23
3e »	— 0,50	+ 1,42	+ 2,27	+ 3,51	+ 3,97	+ 3,89	+ 1,92	+ 0,43	— 0,05
Mois	— 0,50	+ 1,77	+ 3,00	+ 4,16	+ 4,47	+ 4,03	+ 2,21	+ 0,85	+ 0,50

	Min. observé.[1]	Max. observé.[1]	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	mm
1re décade,	— 2,17	+ 4,05	0,74	137,4	315
2e »	+ 0,73	+ 6,85	0,57	80,0	270
3e »	— 0,97	+ 4,26	0,50	80,5	0
Mois	— 0,81	+ 5,03	0,60	297,9	585

Dans ce mois, l'air a été calme 25 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 5,71 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45°E., et son intensité est égale à 64 sur 100.

[1] Voir la note du tableau.

SUR LA SYNTHÈSE

DES SUBSTANCES ORGANIQUES

PAR

M. BERTHELOT[1].

(Discours prononcé à la Société chimique de Londres, le 4 juin 1864.)

L'analyse montre que la plupart des composés organiques sont formés, les uns de carbone et d'hydrogène, les autres de carbone, hydrogène et oxygène ou azote, d'autres enfin de carbone, hydrogène, oxygène et azote. Ces quatre éléments, unis en proportions extrêmement variées, constituent les principes immédiats des liquides et des tissus, soit des animaux, soit des plantes. C'est donc eux que nous devons combiner, deux à deux, trois à trois ou quatre à quatre pour effectuer la synthèse des produits organiques. La nécessité d'une telle entreprise est manifeste puisqu'elle nous fournit les seules preuves rigoureuses de l'identité des forces qui règlent les phénomènes chimiques dans l'organisme et dans les substances minérales.

Je vais tâcher de montrer comment, en partant des éléments et des composés minéraux, nous pouvons com-

[1] Traduit du *Journal of the chemical society*, 2d series, vol. II, page 37, February 1864.

biner le carbone d'abord avec l'hydrogène, puis avec l'oxygène et enfin avec l'azote, engendrant ainsi des composés organiques dont les uns sont identiques avec certains corps naturels, et les autres seulement analogues à ces derniers, mais peuvent servir à préparer de nouveaux composés naturels.

Le développement des méthodes générales suivies pour réaliser cet objet nous conduirait trop loin ; aussi me bornerai-je à une série d'exemples particuliers, tirés pour la plupart de mes propres expériences.

Prenons d'abord les éléments comme point de départ. Le carbone et l'hydrogène sont susceptibles de s'unir directement. Il suffit pour cela de porter le premier à l'incandescence dans l'arc électrique, tout en faisant passer un courant d'hydrogène entre les pôles ; les deux corps se combinent alors immédiatement en produisant de l'acétylène :

$$4C + 2H = \underset{\text{(acétylène)}}{C^4 H^2}$$

(Suivent, dans l'original, les détails du procédé ; les ayant exposés précédemment dans les *Archives*, 1862, t. XIV, p. 93, nous les supprimerons ici.)

. . . . . .

L'acétylène est un gaz très-important qui prend invariablement naissance quand les substances organiques sont chauffées au rouge ; il existe dans le gaz d'éclairage auquel il donne son odeur plutôt fétide et son pouvoir éclairant.

Nous avons ainsi combiné le carbone avec l'hydrogène et obtenu l'acétylène, premier anneau d'une longue chaîne d'autres produits dans lesquels nous le transformerons

successivement. Nous le changerons d'abord en un nouvel hydrocarbure, le gaz oléfiant ou éthylène, composé connu depuis longtemps ; il nous suffira pour cela de lui ajouter deux équivalents d'hydrogène :

$$C^4 H^2 + 2 H = C^4 H^4$$
(éthylène)

Cette hydrogénation se fait facilement en traitant l'acétylure cuivreux par l'hydrogène dégagé, non pas d'une solution acide qui attaquerait l'acétylure, mais d'une liqueur alcaline, laquelle est sans action sur ce composé. Je me sers pour cela de zinc et d'ammoniaque. Par ce moyen l'acétylène est transformé en gaz oléfiant. En combinant celui-ci avec les éléments de l'eau, nous aurons de l'alcool. Pour obtenir ce résultat, il faut agiter l'éthylène avec de l'acide sulfurique concentré. Cette agitation, pour être efficace, ne se fait pas comme les agitations ordinaires. Pour consommer l'absorption d'un litre de gaz par l'acide, trois mille secousses sont nécessaires, ce qui dure plus d'une demi-heure : trente litres veulent de 50 à 60000 secousses. Dans ces conditions, le gaz est graduellement absorbé ; il s'unit directement à l'acide sulfurique, et le composé qui en résulte étendu de 7 ou 8 volumes d'eau, puis soumis à la distillation laisse passer de l'alcool, c'est-à-dire l'hydrate du gaz oléfiant. En somme, notre expérience se réduit à une simple hydratation :

$$C^4 H^4 + 2 H O = C^4 H^6 O^2$$
(alcool)

Voilà donc la synthèse du premier composé qui puisse s'appeler naturel, l'alcool, substance ternaire contenant du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène. Nous avons

uni successivement ces trois éléments, et nous sommes arrivés, par des méthodes appartenant à la chimie minérale pure, à l'un des corps les plus importants de la chimie organique, à l'un des points de départ de ces séries qui sont si riches en métamorphoses.

Avant d'aller plus loin, il est nécessaire de montrer comment on peut arriver au même résultat par d'autres moyens un peu plus longs, il est vrai, mais non moins certains. On ne procède plus, dans ces expériences, avec les éléments libres, mais avec leurs combinaisons oxygénées telles qu'elles se trouvent dans la nature, surtout à l'état d'eau et d'acide carbonique.

Étant donnés de l'eau et de l'acide carbonique, comment en ferons-nous des substances organiques? Tel est le problème que nous allons attaquer, non par des théories plus ou moins sujettes à controverse, mais par des expériences directes et concluantes. Pour rendre la marche plus claire, avant d'essayer la solution de cette question dans les termes où je viens de la poser, je la résoudrai d'abord avec les composés du soufre correspondants, l'hydrogène sulfuré $H^2 S^2$ et le sulfure de carbone $C^2 S^4$, ce qui est plus facile.

Cela se réduit en réalité à soumettre ces deux corps à l'action d'une substance capable de leur enlever le soufre qu'ils contiennent; l'hydrogène et le carbone sont alors mis en liberté, et se trouvant en présence à l'état naissant, ils s'unissent pour former un hydrocarbure, le gaz des marais, $C^2 H^4$, dont la composition est analogue à celle du sulfure de carbone.

L'expérience se fait en traitant le mélange gazeux d'acide sulfhydrique et de sulfure de carbone par du cuivre métallique chauffé au rouge sombre.

$$C^2 S^4 + 2 H^2 S^2 + 8 Cu = C^2 H^4 + 8 Cu S$$

Le passage si simple du sulfure de carbone au gaz des marais est analogue à celui de l'acide carbonique au même gaz ; seulement l'oxygène est plus difficile à séparer du carbone que le soufre ; aussi devient-il nécessaire de diviser l'opération en deux parties qui reviennent, au fond, à se placer dans les meilleures conditions de l'état naissant.

Nous commençons par priver l'acide carbonique de la moitié de son oxygène, ce qui peut se faire de toutes sortes de manières, par l'action de l'hydrogène ou d'un métal, par exemple. L'oxyde de carbone ainsi obtenu est ensuite introduit dans une combinaison qui change toutes ses conditions de stabilité ; il est combiné avec les éléments de l'eau, produisant par là de l'acide formique :

$$C^2 O^2 + H^2 O^2 = \underset{\text{(ac. formique)}}{C^2 H^2 O^4}$$

Eu égard aux conditions qui la déterminent, cette réaction est une des plus remarquables de la chimie organique. A la vérité, l'oxyde de carbone ne s'unit pas directement avec l'eau, mais cela a lieu sous l'influence de la potasse qui s'empare de l'acide qui en résulte. L'expérience est de longue haleine. L'oxyde de carbone, en contact avec la potasse, est absorbé lentement et graduellement : aux températures ordinaires, il faut plusieurs mois pour qu'il le soit d'une manière complète, et plusieurs jours si l'on opère à 100°. Une telle durée est digne de remarque, car elle montre bien l'influence du temps dans les phénomènes chimiques dont les êtres organisés sont le siége. Le résultat final est la formation

d'un acide abondamment répandu dans les animaux et les plantes.

En plaçant l'acide formique, c'est-à-dire l'hydrate d'oxyde de carbone, dans des conditions déterminées, ses éléments à l'état naissant réagissent les uns sur les autres et produisent de l'acide carbonique et du gaz des marais :

$$4\,C^2\,H^2\,O^4 = 3\,C^2\,O^4 + C^2H^4 + 2\,H^2\,O^2$$

Ce mode de dédoublement est le plus fréquent qui ait lieu dans la chimie organique, comme le prouvent la formation du benzol aux dépens de l'acide benzoïque, de l'acétone aux dépens de l'acide acétique, etc., etc. Pour le déterminer, il ne suffit pas d'exposer l'acide formique libre à l'action de la chaleur, ce qui produirait seulement de l'eau et de l'oxyde de carbone, mais il faut faire intervenir un corps susceptible de retenir l'acide carbonique, la baryte par exemple. Le formiate de baryte parfaitement neutre se décompose par la distillation sèche en dégageant du gaz des marais :

$$4\,C^2\,H\,Ba\,O^4 = C^2\,H^4 + C^2\,O^4 + 2\,B^2a\,O^2\,C^2\,O^4$$

Cette formule montre mieux encore que la précédente la simplicité de la réaction.

En résumé, nous sommes partis de l'eau et de l'acide carbonique. Une première réduction, par l'hydrogène pur, a dépouillé l'acide carbonique de la moitié de son oxygène en le changeant en oxyde de carbone, puis une seconde réduction opérée par l'hydrogène naissant dérivé de l'eau, a transformé à son tour l'oxyde de carbone en hydrocarbure.

Par le jeu des affinités qui concourent à la produire,

la transformation de l'acide carbonique en gaz des marais est essentiellement analogue à celle du sulfide carbonique en ce même gaz.

Reprenons maintenant cet hydrogène proto-carboné et voyons par quels moyens nous pourrons le transformer en un composé oxygéné, particulièrement en alcool. L'opération comprend deux parties :

1° Quand le gaz des marais est mêlé avec un volume égal de chlore, et le mélange exposé à la lumière diffuse, dans des conditions que j'ai spécifiées ailleurs, on obtient de l'éther méthylchlorhydrique :

$$C^2H^4 + 2\,Cl = \underset{\text{(éther)}}{C^2H^3\,Cl} + H\,Cl$$

2° Cet éther, traité par la potasse, produit de l'alcool méthylique $C^2H^4O^2$:

$$C^2H^3\,Cl + KO, HO = C^2H^4O^2 + K\,Cl$$

Nous avons ainsi un nouvel alcool correspondant au gaz des marais, de la même manière que l'alcool ordinaire obtenu plus haut correspond au gaz oléfiant, avec cette différence pourtant que le premier résulte d'une addition d'oxygène au gaz des marais, tandis que le second est le produit de l'hydratation du gaz oléfiant.

$$1^\circ \quad C^2H^4 + O^2 = C^2H^4O^2$$
$$2^\circ \quad C^4H^4 + 2HO = C^4H^6O^3$$

La formation de ces deux alcools représente deux méthodes générales applicables l'une à tous les hydrogènes carbonés analogues au gaz des marais, l'autre à tous les homologues de l'éthylène. Vous voyez par cela combien sont fertiles les méthodes de synthèse que j'ai l'honneur

de vous exposer. En fait, la production des hydrocarbures et des alcools conduit à celle de tous les autres composés organiques. C'est un point qui est digne de plus amples développements, comme vous allez en juger.

1° Étant donné un hydrocarbure, chercher une méthode directe pour le transformer en un hydrocarbure plus complexe ;

2° Étant donné un alcool obtenu par la métamorphose d'un carbure d'hydrogène, trouver le moyen de le changer en d'autres composés contenant de l'oxygène, de l'azote, etc.

Commençons par le premier point.

Dans ce cas encore, j'aurai recours à des exemples pour l'exposition des méthodes et je les prendrai dans la série de ce gaz des marais dont nous venons de voir la synthèse. Le gaz des marais peut être changé en carbures plus compliqués par la condensation de plusieurs molécules en une seule, si nous le soumettons, par exemple, à l'action d'une haute température ou de l'étincelle d'induction, nous le transformerons en acétylène qui contient deux fois plus de carbone à volume égal. Au moyen de l'acétylène il nous sera facile d'avoir du gaz oléfiant et de l'alcool.

La condensation du gaz des marais peut être poussée considérablement plus loin jusqu'à la formation de la naphtaline :

$$10\ C^2H^4 = C^{20}H^8 + 32\,H$$

Il faut pour cela une température à la fois élevée et longtemps soutenue ; l'expérience se fait très-bien dans des tubes de verre réfractaire que l'on chauffe pendant plu-

sieurs heures aussi près que possible du point où ils se ramollissent. . . . . .

On pourrait sûrement obtenir d'autres hydrocarbures encore plus élevés par des procédés analogues, mais je m'abstiendrai de continuer ce sujet, désirant vous montrer d'autres condensations amenées par différentes méthodes.

Prenons le bromoforme $C^2 HBr^3$, c'est-à-dire, un dérivé du gaz des marais par la substitution de 3 équivalents de brome à une quantité correspondante d'hydrogène. Ce corps contient 2 proportions de carbone pour une d'hydrogène, exactement comme dans le benzol $C^{12} H^6$; l'expérience montre que lorsque le brome du bromoforme lui est enlevé à une haute température, par du cuivre, par exemple, il y a production d'une certaine quantité de benzol :

$$6\,C^2H^4 = C^{12}H^6 + 18\,H.$$
$$6\,C^2HBr^3 + 18\,Cu = C^{12}H^6 + 18\,CuBr$$

Cette réaction est analogue à la précédente ; dans les deux cas nous ôtons au gaz des marais une portion de son hydrogène et nous le condensons.

Si nous faisons passer un courant lent de gaz des marais mélangé d'oxyde de carbone à travers un tube chauffé au rouge faible, nous obtiendrons une certaine quantité de propylène $C^6 H^6$.

$$2\,C^2H^4 + C^2O^2 = C^6H^6 + H^2O^2$$

Cette réaction explique la présence d'une petite quantité de propylène et d'autres composés de la série $C^{2n} H^{2n}$ dans les produits de la distillation sèche du formiate de baryte et de l'acétate de soude. Quant au dernier, le phé-

nomène peut encore être considéré d'une manière plus naturelle. Nous venons de voir que la condensation du gaz des marais a lieu très-fréquemment et qu'elle est facilitée par l'état naissant. Or dans la distillation des acétates alcalins et autres sels analogues, l'oxygène restant combiné avec la base sous forme d'acide carbonique, l'hydrogène et le carbone se trouvent en présence dans cette disposition particulière qui facilite si éminemment les combinaisons, et ils tendent à s'unir à équivalents égaux pour produire un carbone très-simple, le *méthylène* C^2H^2. Mais celui-ci, quelques tentatives que l'on ait faites, n'a jamais pu être isolé : il s'est toujours transformé en corps entièrement différents ou simplement plus condensés. Les acétates ont donné une série d'hydrocarbures qui doivent être regardés comme résultant de la condensation de 2, 3, 4, 5, etc., molécules de méthylène en une. Ce sont :

Le gaz oléfiant.....	$C^4H^4 = (C^2H^2)^2$
Le propylène.....	$C^6H^6 = (C^2H^2)^3$
Le butylène.....	$C^8H^8 = (C^2H^2)^4$
L'amylène.....	$C^{10}H^{10} = (C^2H^2)^5$

En résumé, après avoir fait de toutes pièces l'acétylène et le gaz des marais, nous avons appelé à notre aide trois méthodes distinctes pour en obtenir des hydrocarbures d'un degré plus élevé, savoir :

1° La *condensation directe*. C'est ainsi que le gaz des marais C^2H^4 a donné :

L'acétylène.....	C^4H^2
Le gaz oléfiant....	C^4H^4
Le benzol.....	$C^{12}H^6$
La naphtaline.....	$C^{20}H^8$

2° La *condensation simultanée*, en vertu de laquelle plusieurs hydrocarbures dont les formules sont multiples les unes des autres, sont produits en même temps. La production, par exemple :

Du gaz oléfiant.....	$C^4 H^4$
Du propylène.....	$C^6 H^6$
Du butylène	$C^8 H^8$
De l'amylène	$C^{10} H^{10}$

lors de la distillation des formiates et des acétates.

3° *L'union de deux molécules simples* en une seule, comme dans la formation du propylène $C^6 H^6$ avec le gaz des marais et l'oxyde de carbone.

Ces trois méthodes sont d'une application générale, et c'est en les variant suivant les cas et les conditions de stabilité des corps soumis à l'expérience, que nous pouvons former avec des composés très-simples, des produits d'un ordre de plus en plus élevé et remonter par la synthèse l'échelle de décompositions successives qui avait été établie par l'analyse.

L'application de ces méthodes devient plus facile à mesure que la complication des composés augmente, parce que ceux-ci sont susceptibles de réactions de plus en plus variées et délicates. Pour engendrer les premiers corps organiques au moyen de leurs éléments, nous sommes obligés de prendre des substances douées d'une grande stabilité et par là même difficiles à attaquer. Mais ces premiers termes une fois obtenus nous introduisent dans le domaine de la chimie organique, où les métamorphoses sont nombreuses et aisées à régler. Dans la synthèse organique les premiers pas, et en particulier ceux qui viennent de suite après les éléments, sont les plus difficiles à franchir.

Après avoir formé, de la manière que je viens d'exposer, d'abord les hydrogènes carbonés, puis les alcools, nous pouvons produire des composés organiques en nombre illimité.

Par l'oxydation ménagée des alcools nous obtiendrons les *aldéhydes*, nouveau groupe renfermant l'aldéhyde ordinaire, les huiles essentielles d'amandes amères, de cannelle, de cumin, le camphre ordinaire, et, d'une manière générale, la plupart des huiles essentielles oxygénées qui se rencontrent dans la nature. Par une oxydation subséquente, les aldéhydes sont transformées à leur tour en acides organiques, soit monobasiques (acides formique, acétique, butyrique, valérianique, benzoïque), soit polybasiques (acides oxalique, succinique, tartrique, etc.).

Après les corps résultant de l'oxydation viennent ceux qui sont formés par l'union réciproque de composés oxygénés. La combinaison des alcools et des acides donne naissance aux éthers composés qui comprennent les principes odoriférants de certains fruits et plus particulièrement les graisses naturelles, c'est-à-dire un des groupes essentiels parmi les constituants des êtres organisés.

C'est en combinant les alcools les uns avec les autres que le professeur Williamson a établi la théorie de l'éthérification, si fertile en résultats nouveaux.

Aux alcools se rattachent les radicaux organo-métalliques, si bien étudiés par M. Frankland et qui paraissent destinés à jouer un grand rôle dans les recherches synthétiques.

Ayant parcouru le cercle entier des combinaisons formées par le carbone, l'hydrogène et l'oxygène, il nous reste à parler de la formation des composés azotés.

Tous les corps qui contiennent de l'azote (j'entends ceux qui existent dans la nature) sont susceptibles de le perdre sous forme d'ammoniaque. Et c'est par l'union de l'ammoniaque avec des composés binaires et ternaires du carbone que nous pouvons aujourd'hui reproduire une multitude de substances azotées.

A la tête de ces reproductions on doit placer celle de l'*urée*, par M. Wöhler, ou plutôt sa synthèse, car elle dérive de l'acide carbonique et de l'ammoniaque. Cette découverte, qui remonte à 35 ans, a été le premier pas dans cette voie.

On doit à M. Zinin les premières méthodes générales pour la formation des alcaloïdes artificiels. Son procédé consistait à soumettre un hydrocarbure à l'action de l'ammoniaque naissante ; c'est ainsi qu'il convertit le benzol en aniline dont on a dérivé de si belles matières colorantes. M. Wurtz, par une idée féconde, a relié la formation des alcalis organiques avec l'union de l'ammoniaque et des alcools ; en généralisant, M. Hofmann est arrivé à cette admirable théorie dont il poursuit les conséquences avec un succès signalé. C'est encore en faisant réagir l'ammoniaque sur des principes oxygénés que MM. Perkin et Duppa ont produit la *glycollamine* et la *leucine*, deux alcalis qui jouent un rôle si important dans l'économie animale.

Mais je dois m'arrêter. Une revue complète des applications synthétiques, rendues possibles par la synthèse complète des hydrocarbures, me conduirait à tracer l'histoire des principales découvertes relatives à la théorie des alcools faites durant ces trente dernières années.

En résumé, nous savons unir le carbone avec l'hydrogène et en faire des composés binaires dont nous pou-

vons condenser la molécule de manière à produire de nouveaux hydrocarbures embrassant apparemment la série entière des corps organiques.

Les hydrocarbures étant obtenus, nous les tranformons en alcools.

Avec les alcools nous faisons les aldéhydes, les acides, les éthers mixtes et composés, c'est-à-dire tous les corps ternaires contenant du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène.

Finalement, l'union de l'ammoniaque avec les composés binaires et ternaires sus-désignés, complète la démonstration du problème, en consommant la reproduction des substances azotées.

C'est ainsi que la synthèse procède dans la formation des corps organiques; mais cette formation possède un caractère particulier et d'une haute importance philosophique. En fait, pour opérer ces reproductions, la synthèse procède, non pas au hasard, mais par la con naissance de ces lois générales dont les êtres naturels représentent, dans un certain sens, les conséquences et les applications particulières. Ce sont ces cas spéciaux seulement que l'analyse peut nous faire connaître. Mais la loi générale suivant laquelle ils ont été produits nous est révélée et démontrée par la synthèse seule. L'analyse est ici un simple instrument indispensable, il est vrai, pour nous conduire à la synthèse qui est la vraie fin de notre science.

Alors la fécondité de la synthèse s'étend bien au delà de la simple reproduction de composés naturels. Celle des graisses naturelles, par exemple, a étendu nos connaissances sur la constitution de ces corps beaucoup plus loin que ce qui avait été révélé par l'analyse; elle

m'a conduit à une nouvelle théorie, celle des alcools polyatomiques, et m'a donné les moyens de former, en vertu de cette théorie, une multitude de corps gras analogues aux graisses animales ou végétales, mais qui n'ont pas encore été rencontrés dans la nature.

C'est ainsi que la synthèse, en même temps qu'elle reproduit l'ordre des composés naturels, appelle à l'existence un ordre nouveau, artificiel, plus vaste pour les idées générales et plus fertile en application que l'ordre naturel lui-même.

SUR LA LIMITE SUPÉRIEURE

DE LA

TEMPÉRATURE QUI PERMET LA VÉGÉTATION

PAR

JULIUS SACHS.

(Traduit du journal *Flora, botanische Zeitung*, janvier et février 1864.)

Je me suis proposé dans ce mémoire d'aider à la solution de deux questions qui, bien que différentes, se lient étroitement l'une à l'autre, savoir : 1° quels sont les degrés de température les plus élevés que les plantes puissent supporter sans altération ; et 2° quelles sont les modifications qu'éprouvent les cellules quand cette limite supérieure est dépassée et que le tissu est tué par une température trop forte.

Cette étude fournit un complément frappant aux recherches sur la gelée des plantes dans lesquelles on détermine aussi, en premier lieu, les variations de température qui occasionnent la gelée, puis les modifications que la mort par le froid produit dans les cellules. Quoique les deux premières questions ne présentent pas au point de vue pratique autant d'intérêt que l'étude de la gelée, il faut reconnaître qu'en théorie les deux cas sont d'égale importance. Il s'agit, en effet, pour l'un comme pour l'autre, de déterminer les limites

de température entre lesquelles la végétation est comprise. A côté de la connaissance exacte de l'organisation et de la nature des fonctions des organes, rien ne me paraît plus propre à élucider l'idée de la vie que de rechercher les limites extrêmes en dedans desquelles les influences extérieures permettent les actes de vitalité, et en dehors desquelles le corps vivant retombe sous les lois de la nature inorganique. La vie végétale et organique en général, et c'en est un des caractères essentiels, n'est possible qu'à certains degrés de température, avec certaines intensités de lumière, certaines compositions du sol et de l'air, etc., etc.

I. *Des températures les plus élevées que les plantes puissent supporter sans altération.*

Senebier mentionne (*Physiol. végét.* III, 284) que Secondat a vu croître à Dax, dans un bassin, le *Tremella reticulata*, dans de l'eau à 49° (il n'est pas dit si c'était C. ou R.). La citation suivant laquelle Sonnerat aurait trouvé le *Vitex agnus castus* à côté d'une source [1] à 69° est sans valeur, ainsi que la notice reproduite d'après Forster que la même plante croît dans l'île de Tanna au pied d'un volcan où la terre indique 210° F. (près de 99° C.), puisque la température entre les racines n'est pas indiquée d'une manière positive. On peut juger du peu de confiance que méritent les données de Senebier d'après celle qui concerne le *Conferva thermalis* qui croîtrait à Carlsbad dans de l'eau à 145°-150° F. (63°-65° C.), tandis que d'après des observations plus

[1] De Candolle (*Physiol.* trad. par Röper, I, 671) indique 61° R.

récentes cette eau ne renferme des algues que lorsqu'elle a été refroidie au-dessous de 55° C. ou plus bas encore. Senebier cite enfin, aussi d'après Adanson, que le sable au Sénégal dans lequel croissent des plantes s'échauffe jusqu'à 61° $^1/_2$ R. (c'est-à-dire 76,7 C.).

P. de Candolle (*Physiol.* trad. par Röper, II, p. 661) a récolté à Balaruc l'*Aster Tripolium* dont les racines plongeaient dans de l'eau à 30° R. (37° 5 C.); Ramond a trouvé à Bagnères, au bord d'un ruisseau, le *Verbena officinalis* dans de l'eau à 31° R. (38° 5 C.). On ne peut pas attacher d'importance à la notice de Desfontaines qui aurait trouvé plusieurs plantes à proximité de sources chaudes à Bone, en Algérie, dont la température s'élevait à 77° (C. ?). D'après de Candolle des oscillaires vivent à Plombières dans de l'eau à 51° (R. ?).

J.-F. Schouw (*La terre, la plante et l'homme*, 1851 p. 120) mentionne que Tenore a vu croître les *Cyperus polystachios* et *Pteris longifolia* à Ischia, au milieu de la vapeur s'élevant de fumaroles en activité et dans de la terre si chaude qu'on se brûlait les doigts en voulant sortir la plante avec les racines. Schouw indique, comme localité, les fumaroles de Frusso et de Caciotto.

Ehrenberg (cité par M. Schultze : le *Protoplasma*, 1863, p. 49) a trouvé à Ischia dans des sources chaudes des masses feutrées de matières organiques vertes et brunes, formées d'eunoties et d'oscillaires vertes vivantes ; le thermomètre introduit dans ces feutres marquait 65°-68° R., c'est-à-dire 81°-85° C.

En revanche Cohn (*Flora*, 1862, p. 539) ne trouva aucune espèce de végétation dans le *Sprudel* de Carlsbad, de 44° R. ou 55° C. ; ce n'est que là où l'eau est refroidie à 43°-35° R. (54°-44° C.) qu'on rencontre

des *Leptothrix lamellosa* vert clair, et à 35°-25° R. (44°-31° C.) des oscillaires et des mastichoclades. Agardh avait fait la même observation en 1827. Hoffmann mentionne d'après une donnée de Regel (*Botan. Zeitung*, 1863, p. 318) que dans cette localité on ne trouve même point de végétation à 40°, que les *Leptothrix* ne se rencontrent qu'à 38° (R. ?) et au-dessous, et que les oscillaires appartiennent à une température encore plus basse.

Toutes ces observations rentrent dans la question de savoir si les plantes ou des parties de plantes isolées, peuvent supporter une certaine température élevée d'une manière permanente ou pendant un temps plus ou moins long. Mes observations sur les températures les plus élevées de germinations se rattachent à cette question. J'ai montré (*Pringsheim's Jahrb.*, II, 364) que les *Zea Mais*, *Phaseolus multiflorus*, *Cucurbita Pepo* germaient au bout de 48 heures, lorsqu'un thermomètre interposé entre la graine et la terre marquait en moyenne 34° R. (42° 5 C.), bien que pendant ce temps la température atteignit durant quelques heures un maximum de 37° R. (46° 2 C.). Le froment ne germait pas lorsque la température s'élevait à 37° R., mais bien à une température moyenne de 30° 6 R., quand le maximum ne dépassait pas 34° 5 R. (43° 1 C.). La température la plus élevée pour la germination de l'orge était entre 29° et 30° R. (36° et 37° 5 C.). Les pois germaient dans une température moyenne de 30° 6 R. avec un maximum momentané de 34° R. (42° 5 C.)

Tandis que jusqu'ici nous n'avons fait que constater si tous les phénomènes de croissance ou seulement quelques-uns d'entre eux peuvent, pour certaines plantes

se produire à certaines températures élevées, il s'agit maintenant d'examiner à quel degré la température de l'air ambiant et de l'eau peut être portée pendant un temps relativement court (quelques minutes ou quelques heures) sans que les cellules en soient altérées ; nous ne recherchons plus si les actes vitaux ont lieu, mais seulement si l'organisation existante est en état de résister pendant un certain temps à une température donnée. Nous parlerons plus tard des observations de M. Schultz qui ont trait à cette question. Pour le moment et avant de passer à mes propres recherches, qui sont antérieures à la publication du mémoire de H. Hoffmann (*Botan. Zeitung*, 1863, nos 41 et 43), je citerai quelques observations de ce savant. Il a fait bouillir pendant $^1/_2$-1-2 minutes de l'eau contenant des bactéries vivantes, en ayant soin de boucher l'ouverture du tube, dans lequel se fait l'expérience, avec un tampon de coton, pour éviter l'introduction de bactéries du dehors. Dans plusieurs cas une minute d'ébullition suffisait pour détruire toute vie (p. 306, note); toutefois on retrouvait généralement après quelques jours de nouveau des bactéries vivantes dans la liqueur bouillie. Dans un liquide qu'il avait soumis 8-10 minutes et $^1/_2$ heure à l'ébullition, il n'a trouvé plus tard que rarement des bactéries vivantes. Une ébullition de 3-2-1 heures les faisait complétement disparaître, c'est-à-dire qu'on n'en trouvait point au moment où l'on enlevait le tampon de coton, mais après quelques jours de contact avec l'air libre elles reparaissaient. Hoffmann en conclut que les bactéries peuvent parfois supporter une demi heure d'ébullition. Cette conclusion me paraît toutefois très-douteuse, car il dit plus loin (p. 315) que l'on ne retrouve *jamais* des bactéries vivantes im-

médiatement après le refroidissement au moment où l'on enlève le tampon de coton, mais seulement après plusieurs, ou pour le moins, deux jours. Un fait qui est décisif, c'est que dans un liquide contenu dans des tubes scellés à la lampe et que l'on plonge pendant $^1/_2$-1-2 minutes dans de l'eau bouillante on n'a jamais retrouvé de bactéries vivantes après 1-18 jours ; les bactéries ne supporteraient donc pas l'ébullition. D'après Pasteur, des spores *secs* de *Penicilium glaucum* résistent à 108° C., et conservent même en grande partie la faculté de se développer après avoir été exposés pendant demi-heure à une température de 119°-121° C. ; mais alors la germination ne s'effectue que 2-4 fois plus lentement ; chauffés pendant demi-heure à 127°-132° C., ils ne germent plus. L'*Ascophora elegans* se comporte de la même manière (*de Bary*, *Flora*, 1862, p. 364 et les expériences sur la poussière chauffée). Hoffmann a trouvé que les spores secs des *Uredo destruens* et *U. segetum* peuvent sans inconvenient être chauffés à 128° C., tandis qu'à l'état humide l'*U. segetum* meurt entre 58° 5 et 62° C. et l'*U. destruens* entre 70° et 73° C. Payen rapporte que l'*Oïdium aurantiacum* conserve même à 120° C. la faculté germinatrice [1].

Hoffmann explique le fait que les spores secs peuvent sans en être altérés, supporter des températures plus élevées qu'à l'état humide, en rappelant la propriété de l'albumine qu'ils renferment, de conserver sa solubilité lorsqu'après avoir été desséchée à une température basse, on la porte à une température supérieure à celle de l'é-

[1] On a fait aussi des expériences de ce genre sur des graines, mais je n'ai pas réussi à trouver les mémoires dans lesquels elles ont été publiées.

bullition, tandis qu'à l'état humide elle se coagule et devient insoluble à une température bien inférieure à celle de l'ébullition de l'eau. Selon Hoffmann, l'albumine des cellules se comporterait de la même manière. Mais un fait signalé par Lauder-Lindsay (*Botan. Zeitg.*, 1861, p. 359), et que Hoffmann cite lui-même, prouve que cette explication est insuffisante, savoir : que deux espèces de conferves croissent dans l'eau des sources de Langarness (Islande), bien que les œufs y cuisent dans 4-5 minutes.

J'arrive maintenant à la description de mes propres expériences qui s'étendent sur des plantes des classes les plus différentes.

Les plantes terrestres ont été préalablement produites de graines dans de petits vases. Pour les exposer à la température voulue, on les plaçait avec leur vase dans un appareil susceptible d'être chauffé, que j'ai employé précédemment dans mes recherches sur la germination à des températures élevées, et plus récemment dans mes expériences sur la rigidité par l'effet de la chaleur de la sensitive qui ont été communiquées dans *Pringsheim's Jahrbuch*, II, p. 341 ; toutefois, vu la courte durée de l'opération, j'ai choisi comme source de chaleur une ou deux lampes à esprit de vin. On plaçait un thermomètre dans la terre entre les racines et un autre plus court entre les feuilles. Sans soulever la cloche de verre on pouvait lire les indications des thermomètres. Il fallait une certaine habitude dans le maniement des lampes à esprit de vin pour obtenir dans l'air de la cloche une température constante pendant $^1/_4$-$^1/_2$ heure ou plus longtemps. D'après la construction de l'appareil la quantité de vapeur d'eau dans la cloche augmente à mesure que la tem-

pérature s'élève. Pendant la durée d'une expérience l'air à 45°-50° était à peu près saturé de vapeur d'eau puisqu'un abaissement de la température de 0° 5-1° C. produisait immédiatement une condensation d'eau abondante contre les parois intérieures de la cloche. La transpiration ne pouvait donc être qu'insignifiante pendant l'expérience, de sorte que la mort qui résultait d'une température élevée ne pouvait pas être attribuée à une dessiccation excessive des feuilles. Ce qui le prouve d'ailleurs, c'est que pendant la durée de l'expérience les feuilles ne se flétrissaient pas (à de rares exceptions près) et qu'ensuite elles se maintenaient fraîches assez longtemps, quand même on reconnaissait plus tard que la température les avait tuées. En outre puisque des feuilles qui plongent dans l'eau sont tuées par une température basse, il est évident que ce n'est pas la transpiration qui tue les parties des plantes en dehors de la terre dans de l'air trop chaud, mais que la mort doit être attribuée à l'altération directe de la structure organique sous l'influence de la chaleur.

A côté de ces expériences dans lesquelles les feuilles se trouvaient dans de l'air chauffé, on en a fait d'autres, avec les mêmes plantes, pour examiner comment elles se comporteraient plongées dans de l'eau à une température déterminée. Pour les plantes terrestres on a employé des pieds élevés et enracinés dans des vases; on les retournait dans un grand bocal de verre rempli d'eau à la température voulue, de manière que toutes les parties hors de terre plongeassent dans l'eau, tandis que le bord supérieur du vase renversé reposait sur deux petites traverses de bois placées sur le bord du bocal.

Quant aux plantes aquatiques, on les chauffait lentement dans l'eau, ou bien on les plongeait dans de l'eau à une température déterminée. Pour parer dans les deux cas au refroidissement de l'eau, il suffit de poser le bocal sur un bain de sable chaud aussitôt qu'on aperçoit un abaissement du thermomètre qui plonge dans l'eau.

En le plaçant et le retirant alternativement selon l'indication du thermomètre, qu'on observe d'une manière continue, on peut diminuer à volonté les variations de la température.

Il est probable que la même plante peut, pendant une courte durée, résister à une température élevée qui la tuerait si l'influence se prolongeait. Ainsi il ne peut guère être question d'un certain degré supérieur de chaleur qu'une plante peut supporter. Je me suis borné pour cette raison à déterminer la température la plus élevée qu'une plante peut supporter pendant un espace de temps donné assez court (en général 10-30 minutes); et même dans ces conditions il faut se contenter d'une simple approximation. On comprendra facilement que la détermination rigoureuse du degré de température auquel, pour un temps donné, est situé le point culminant entre la mort et la vie exige un très-grand nombre d'expériences et beaucoup de temps. J'ai estimé en conséquence qu'il suffisait pour le moment de resserrer ce point de séparation entre des limites aussi rapprochées que possible.

Les expériences que j'ai faites sur des plantes enracinées de *Nicotiana rustica*, *Cucurbita Pepo*, *Zea Mais*, *Mimosa pudica*, *Tropæolum majus*, *Brassica Napus*, prouvent toutes, qu'aucune de ces plantes ne peut supporter dans l'air une température supérieure à 51° C.,

seulement dix minutes, sans éprouver de graves dommages ou même mourir, tandis qu'elles supportent sans inconvénient pendant 10 minutes et plus une température comprise entre 49° et 51° C. En revanche, les organes qui dans l'air ont résisté à cette température sont tués au contact de l'eau à la même température en moins de 10 minutes. Le degré de température supportable le plus élevé est, par conséquent, pour les mêmes organes, plus bas dans l'eau que dans l'air. Les plantes aquatiques se comportent d'une manière analogue. Les *Vallisneria spiralis*, *Ceratophyllum demersum*, *Chara* (div. sp.) et *Cladophora* ne supportent ni les unes ni les autres 50° C. pendant 10 minutes dans l'eau ; les *Vallisneria* et *Chara* périssent même à 45° C. au bout de 10 minutes.

L'âge et la nature de l'organe exercent une influence sur la faculté de résister plus ou moins longtemps à des températures élevées : en général le limbe des jeunes feuilles, qui ont tout leur développement, est tué le premier ; les jeunes feuilles non encore développées et les parties des bourgeons résistent davantage ; les vieilles feuilles saines, les pétioles et les entre-nœuds âgés et juteux résistent le plus longtemps.

Le laps de temps après lequel la mort est appréciable varie selon l'élévation de la température : plus la température est élevée plus la destruction des organes exposés est rapide. Pour des plantes qui ont été tuées dans l'air à 50°-51° C., il se passe souvent plusieurs jours avant qu'on puisse remarquer un changement appréciable.

Il est assez curieux que des plantes qui plus tard périssent complétement, conservent pendant l'expérience

et quelques heures après, même pendant quelques jours, une apparence parfaitement saine et la plus grande turgescence. Après cela les feuilles flétrissent, se rident et se dessèchent rapidement au point de se réduire en poussière par le frottement.

Expériences.[1]

Nicotiana rustica, jeune plante avec cinq à six feuilles.

1° Le 24 juillet 1863, la température de l'air étant 20° C. Une plante a été chauffée dans l'appareil pendant 1 $^3/_4$ heure à 44° C., puis maintenue pendant 30 minutes entre 44° et 45° ; la température la plus élevée autour des racines a été de 44° 5 C.

La plante est restée fraîche pendant l'expérience et a continué ensuite à croître sans avoir été endommagée.

2° Une plante exposée pendant 1 heure dans de l'air à 45° C. n'a également éprouvé aucune interruption dans sa croissance.

3° Le 21 juillet, l'air extérieur étant à 18° C. Une plante a été chauffée pendant 1 $^3/_4$ heure à 46°, ensuite maintenue pendant 40 minutes entre 46° et 47° C. : la terre indiquait 43° 5 C.

Les feuilles ont un peu fléchi parce que la terre était sèche : à la sortie de l'appareil la plante a été arrosée, les feuilles se sont bientôt redressées et la croissance a continué.

4° Le 27 juillet, à 19° C. de température extérieure : une plante chauffée pendant 47 minutes à 50° C., puis pendant 15 minutes entre 50° et 51° C., n'en a point souffert.

[1] *Flora*, 1864. N° 2, p. 24.

5° Le 31 juillet, on a placé une plante dans l'appareil déjà chaud, dans lequel la température pendant une demi heure s'est élevée à 51° C. et s'est ensuite maintenue pendant 11 minutes entre 51° et 52° C; la terre marquant 49° C.

La plante ne paraissait point altérée au premier moment, mais au bout de 6 jours les feuilles, toutes développées, perdirent leur couleur tandis que les jeunes feuilles ne périrent que plus tard.

6° Le 31 juillet, on exposa les parties vertes d'une plante pendant 10 minutes dans de l'eau à 50°-48° C.

A la sortie de l'appareil toutes les parties de la plante étaient turgescentes ; 3 heures après les feuilles parfaites sont flétries et au bout de 4 jours elles étaient mortes.

Il résulte de ces expériences que pour le *Nicotiana rustica* la température qui tue dans l'espace de 10-11 minutes est située entre 51° et 52° C. dans l'air et au-dessous de 50° C. dans l'eau.

Zea Mais, jeune plante de quatre à cinq feuilles.

1° Le 31 juillet 1863, une plante a été placée dans l'appareil déjà chaud et maintenu pendant 15 minutes entre 47° et 48° C. ; la terre marquait 32° 5 C.

Aucun dérangement ne s'en est suivi pour la plante.

2° 3 août Deux plantes dans le même vase ont été chauffées pendant une demi-heure à 50° C., ensuite pendant 10 minutes entre 50° et 49° C. ; la terre marquait 41° 2 C.

Les plantes étaient fraîches à la sortie de l'appareil ; trois jours après les vieilles feuilles étaient mortes et les jeunes étaient ratatinées à la pointe.

3° Le 3 août. Deux plantes dans le même vase, placées dans l'appareil déjà chaud, ont été maintenues 10

minutes entre 51°5 et 50° C. : la terre indiquait 40° C.

Après l'expérience elles étaient fraîches ; au bout de 4 jours une des deux plantes était morte, l'autre avait encore une partie de la tige fraîche, mais les feuilles étaient ratatinées.

4° Le 31 juillet. Une plante a été exposée pendant 15 minutes à 52° C., la terre étant à 31° 5 C.

Fraîche après l'expérience la plante était morte au bout de 7 jours.

5° Le 31 juillet. Les parties hors de terre d'une plante ont été plongées pendant 10 minutes dans de l'eau à 49° 5-48° 5 C.

A la sortie elle était fraîche, mais 6 jours plus tard tout était mort.

Ainsi le *Zea mais* est fortement endommagé dans l'air à une température de 49°-50° C. qui se prolonge pendant 10 minutes et est tué par 50° à 51° C. ; dans l'eau 10 minutes d'exposition à 48°5-49°5 C. entraînent la mort.

Cucurbita Pepo, jeunes plantes avec les cotylédons étalés et deux feuilles.

1° Le 26 juillet 1863, l'air extérieur étant à 18° C. Une plante a été portée lentement pendant 2 heures jusqu'à 48° C., puis la température a été maintenue pendant 20 minutes entre 48° et 48°5 C. ; la terre s'éleva jusqu'à 44° C. La plante n'éprouva aucun dérangement et continua à croître.

2° Le 27 juillet. Une plante maintenue pendant 1 3/4 heure à 50° C., puis 25 minutes entre 50° et 51° C., la terre étant à 44°5 C., l'air à 18° C. a continué à croître sans altération.

3° Plus tard la même plante a été plongée pendant 10 minutes dans de l'eau à 50° - 51° C.

A la sortie de l'eau elle paraissait fraîche, mais 3 jours après les cotylédons pendaient flétris, les feuilles étaient ratatinées et se desséchèrent ensuite, tandis que les pétioles et la tige étaient encore frais.

D'après cela, la température qui dans l'air tue le *Curcubita Pepo* est située au-dessus de 50°, tandis que dans l'eau cette température tue les feuilles.

Tropœolum majus, plantes avec 6 - 8 feuilles.

1° Le 6 juillet 1863, une plante avec 8 feuilles a été introduite dans l'appareil, chauffée à 45° C. et maintenue 30 minutes à 45° C.; elle a continué à croître sans changement.

2° Le 6 juillet, 22° C. air extérieur. Une plante avec six feuilles a été placée dans l'appareil dont la température a été portée successivement pendant une heure jusqu'à 50° C. ensuite maintenue d'une manière à peu près constante à 50° C. pendant 10 minutes. Quand l'air a atteint 45° - 46° C. les deux plus jeunes feuilles, qui n'avaient pas encore tout leur développement, commencèrent à se flétrir, et plus tard une troisième. Les pétioles pendaient et les limbes étaient flasques. Lorsqu'après une durée de dix minutes à 50° C. on sortit la plante, les trois autres feuilles étaient encore fraîches; une heure après la plus âgée des trois premières flétries se redressa, mais les deux autres plus jeunes se desséchèrent complétement, tandis que le bourgeon était intact et fournit ensuite de nouvelles feuilles.

3° Une plante semblable à la précédente a été plongée pendant 10 minutes dans de l'eau à 50° C. qui se refroidit à 48°5 C. A la sortie la plante était remarqua-

blement turgescente ; mais 5 heures après les limbes étaient ratatinées, les pétioles encore frais et un peu plus tard le bourgeon était mort.

Le *Tropæolum majus* et donc tué dans l'air au-dessus de 50° dans l'espace de 10 minutes, mais dans l'eau déjà à 50°, quoique moins complétement désorganisé.

J'ai déjà communiqué mes expériences sur le *Mimosa pudica* dans mon mémoire sur l'état de rigidité : elles prouvent que cette plante supporte 49 - 50° C. pendant 15 minutes, mais qu'à 52° C. 5 minutes suffisent pour tuer presque toutes les feuilles.

Brassica Napus, jeunes plantes avec trois feuilles.

1° Le 28 juillet, à 18°5 de température extérieure; une plante chauffée pendant une heure jusqu'à 49°5 C., puis maintenue 20 minutes entre 49° et 49°5 C. la terre était à 36°5 C. a continué à croître sans aucun dérangement.

2° Le 3 août, à 23° de température extérieure. Deux plantes dans le même vase ont été chauffées pendant 30 minutes jusqu'à 50° C., puis maintenues 10 minutes entre 50° et 51° C.; la terre s'élevant à 40°5 C.

Après l'expérience les plantes étaient en apparence en bon état, cependant dans l'espace de 4 jours les feuilles se desséchèrent complétement et les bourgeons étaient morts.

3° Le 31 juillet, une plante a été plongée pendant 10 minutes dans de l'eau à 49°5 C. qui durant l'expérience s'est abaissée à 48°5 C. A la sortie les feuilles étaient fraîches, trois heures après elles étaient flétries et au bout de 4 jours toute la plante était morte.

Pour le *Brassica Napus* la température qui entraîne la mort est, par conséquent, située dans l'air entre 49°5 et 51° C. et dans l'eau au-dessous de 49°5 C.

Bien que ces expériences prouvent que la température la plus élevée que les plantes puissent supporter ne soit point la même pour toutes, il en ressort cependant le fait remarquable que pour toutes les plantes terrestres, cette température ne varie que de 2-3 degrés, quoiqu'elles appartiennent à des climats très-différents et qu'elles présentent entre elles de grandes différences.

Ceratophyllum demersum et *Cladophora*.

Le 5 juillet 1863, un drageon vigoureux du premier et un paquet de *Cladophora* ont été introduits dans un bocal de verre, avec de l'eau de fontaine à 21° C. qui a été portée lentement à 45° C. et maintenue 10 minutes à cette température.

Le bocal a été ensuite placé près de la fenêtre avec les autres, pour le laisser refroidir lentement. Les plantes n'ont montré aucun changement ; le *Ceratophyllum* a continué à croître comme d'habitude et le *Cladophora*, après avoir présenté quelques filaments blancs pendant les premières semaines, a repris ensuite la croissance ordinaire.

Le 17 septembre des individus semblables des mêmes plantes ont été introduits dans de l'eau à 50° C qui a été maintenue 10 minutes entre 50°5 et 49° C. et qu'on a ensuite laissé rapidement refroidir à 40° C.

Au bout de 6 jours les *Cladophores* étaient tout blancs, c'est-à-dire morts : les feuilles de *Ceratophyllum* sont devenues jaunes et se sont décomposées.

Par conséquent, la température qui tue ces plantes est située entre 45° et 50° C.

Vallisneria spiralis et *Chara*.

1° Le 25 septembre 1863, un exemplaire de *Vallisneria* muni de plusieurs feuilles et racines saines et un pa-

quet de *Chara* ont été introduits dans de l'eau à 45° C. maintenue 10 minutes entre 44° et 46° C.

Au bout de 17 jours le *Chara* était complétement blanc et en décomposition, et la *Vallisneria* morte au bout de 24 jours.

Enfin j'ai fait quelques essais avec des branches coupées et avec des plantes sorties de pleine terre, en les plongeant 10 minutes dans de l'eau à 45° - 46° C. et dans de l'eau à 50° C. Immédiatement après l'expérience on ne pouvait apprécier aucune différence, je les ai ensuite fait tremper dans l'eau par leur partie inférieure et l'effet de la chaleur s'est produit aussi dans ce cas au bout de 2 - 6 jours

Phaseolus vulgaris, jeunes plantes entières.

A 45° - 46° C. après 40 heures : le bourgeon et la plus jeune feuille étaient frais ; deux feuilles avec presque tout leur développement étaient ratatinées ; les feuilles primordiales, la tige et les pétioles inaltérés.

50° C. après 48 heures : deux jeunes feuilles complétement sèches et ratatinées, les feuilles primordiales moins endommagées, cependant probablement mortes aussi.

Papaver somniferum, des branches avec bouton à fleur et feuilles.

45° - 46° C. Après 40 heures la feuille la plus rapprochée du bouton à fleur était la seule devenue brune ; le reste sans altération.

50° C. après 48 heures : le bouton à fleur et les plus jeunes feuilles brunis et secs ; les feuilles plus âgées moins altérées ; les entre-nœuds altérés de la même manière que les feuilles auxquelles ils correspondent.

Tanacetum vulgare, des branches avec bourgeon et feuilles toutes formées.

45°-46° C. après 40 heures : une jeune feuille ratatinée, le reste non altéré.

50° C. après 48 heures : toutes les jeunes feuilles brunes, desséchées, ainsi que les entre-nœuds correspondants ; peu d'altération aux parties plus âgées.

Cannabis sativa, des branches avec 5 à 6 feuilles non complétement développées.

45°-46° C. ; après 40 heures point de changement appréciable.

50° C., après 48 heures : les plus jeunes feuilles et entre-nœuds ratatinés, mais encore verts ; les feuilles plus âgées à peine altérées.

Solanum tuberosum, le sommet de la tige avec plusieurs feuilles.

45°-46° C., après 40 heures point de changement.

50° C., après 48 heures : les feuilles les plus jeunes et les moyennes ainsi que les entre-nœuds flasques, morts, mais encore verts ; les parties plus âgées inaltérées.

Lupinus polyphyllus, feuilles jeunes et vieilles.

45°-46° C., après 40 heures : la jeune feuille morte, ratatinée ; la vieille sans changement.

50° C. après 3 jours : toutes deux desséchées.

Allium Cepa, plante entière.

Des feuilles plongées pendant 10 minutes dans de l'eau à 50°C., ont conservé pendant quelques jours l'apparence fraîche, le sixième jour seulement elles se sont ratatinées ; après avoir été plongées 10 minutes dans de l'eau à 50°-56° C. cette altération se montrait au bout de 24 heures.

Morus alba, des branches avec beaucoup de feuilles, plongées 10 minutes dans de l'eau à 50° C. ne parais-

saient mortes que le sixième jour ; toutes les feuilles devenaient brunes et sèches, dans de l'eau à 55°-56° C. Cette altération se montrait déjà au bout de 24 heures.

Comme pour les plantes enracinées, ces expériences prouvent que la même température influe différemment sur les parties de la même plante qui sont du même nom, mais d'âge différent. Sous ce rapport et dans la manière dont la mort devient apparente par une dessiccation rapide et par la coloration, il existe une grande analogie entre les plantes gelées et celles qui ont été tuées par une température trop élevée ; nous signalerons plus loin encore d'autres analogies. Est-ce que la rapidité du changement de température favorise ici l'action destructive, comme cela a lieu pour la gelée? Mes expériences ne donnent à cet égard aucun éclaircissement.

Puisque toutes ces expériences montrent que pour le court espace de temps de 10-30 minutes, une température de 51° C. tue dans l'air les plantes les plus diverses, et que dans l'eau 45°-46° C. suffisent pour produire la mort, on est en droit de supposer que, pour un espace de temps plus long, la température la plus élevée que ces plantes pourraient supporter, est de plusieurs degrés plus basse ; il est douteux qu'aucune d'elles puisse végéter dans de l'air ou dans de l'eau à 40° C. D'un autre côté, si les données d'Ehrenberg, de Hoffmann et de Lindsay devaient se confirmer (laissons de côté pour le moment la manière d'être des spores secs et des graines), il s'ensuivrait que les maxima de température possibles à supporter pour différentes plantes sont à des élévations très-différentes. Peut-être faudrait-il avoir égard ici à la circonstance que les températures si élevées que signalent ces observateurs, se rapportent

toutes à des plantes très-simples qui appartiennent aux types les plus inférieurs, tandis que mes expériences ne concernent à peu près que des plantes d'un ordre plus parfait ; cependant elles ont montré que les *Cladophora* périssent à 50° C. comme ces dernières.

A priori, on ne peut guère admettre que la température la plus élevée qui puisse être supportée soit la même pour toutes les plantes ; le contraire paraîtrait plutôt vraisemblable, quand on considère que les différentes plantes gèlent à des températures très-diverses et que la température la plus favorable à la végétation des plantes tropicales et des plantes du nord présente un écart considérable. Toutefois remarquons qu'il doit nécessairement exister une température supérieure jusqu'à laquelle la vie végétale peut se produire, et au delà de laquelle toute organisation végétale est impossible. Si l'on connaissait cette limite supérieure de la température de la vie végétale, ce qui serait d'un haut intérêt, on pourrait, par exemple, déterminer la température à laquelle la terre a dû se refroidir pour qu'elle commençât à se peupler de plantes. Jusqu'à présent les observations ne donnent aucune réponse à cet égard et le point de départ fait défaut pour une détermination théorique. L'on est porté à considérer la température de la coagulation de l'albumine comme étant cette limite supérieure, puisqu'on peut admettre que cette substance, ou une autre très-semblable, se trouve dans toute cellule vivante. Mais cette coagulation ne s'effectue même pas à une température constante, elle varie selon le caractère acide ou alcalin de la dissolution ; c'est en vain, pour le moment, qu'on discuterait cette idée en présence de la donnée que des plantes vivent dans une eau dans laquelle des œufs se

cuisent dans 4 - 5 minutes. La supposition que la limite supérieure de la température de la végétation coïncide avec la coagulation de l'albumine, ne conduit, par conséquent, à aucune expression numérique, et n'est pas appuyée par les données que nous venons de citer. Tandis que d'après les observations d'Ehrenberg, de Hoffmann et de Lindsay, il paraît douteux que la température de la coagulation de l'albumine soit un obstacle à toute végétation, mes expériences montrent que la limite supérieure de la température de la végétation est, pour beaucoup de plantes, très-inférieure à celle de la coagulation de l'albumine. Ces deux données réunies sont la preuve la plus complète que la coagulation de l'albumine n'est pas le seul point duquel dépende la mort par une température élevée.

Rien ne nous oblige d'ailleurs à admettre à priori que la mort de la cellule dépende des mêmes modifications chimiques et physiques que nous observons dans des substances chimiques isolées en dehors de la cellule. Pendant tout le temps que les substances concourent à former l'organisme vivant de la cellule, elles possèdent des propriétés qu'elles perdent dès qu'elles se trouvent isolées dans un autre milieu en dehors de l'organisme. Que la cellule existe à l'état vivant et à l'état mort est suffisamment prouvé par la circonstance que cet état ne dépend pas seulement des propriétés inhérentes aux substances, mais de certains rapports tout particuliers dans lesquels elles s'y rencontrent. Parmi les propriétés que les substances acquièrent dans la cellule vivante, et qu'elles perdent par la mort de cette dernière, on peut se hasarder à indiquer un groupement particulier des

atomes. La forme déterminée, héréditaire, de la membrane cellulaire, du protoplasme, du nucleus, de la chlorophylle, etc. etc., est le résultat d'un mouvement moléculaire intérieur, la manifestation extérieure d'un état d'équilibre moléculaire, déterminé par des forces qui exercent leur action dans les plus petites particules de la substance et retiennent celle-ci dans sa position particulière. Tant que les influences extérieures ne dépassent pas une certaine intensité, elles ne parviennent pas à surmonter les forces moléculaires qui concourent à former la structure organique interne. Mais si une force quelconque, la chaleur, par exemple, se présente avec une intensité qui surmonte les forces moléculaires, alors les particules sont déplacées en dehors de leur position normale, et la structure intérieure, qui est pour ainsi dire le porteur de la vie, s'écroule sans cependant modifier d'une manière essentielle la forme extérieure ; l'ensemble, la cellule, ne paraît point avoir éprouvé de changement et cependant l'être intérieur, la structure moléculaire est autre. La preuve en est dans le grand changement des propriétés de diffusion de l'utricule (et peut-être de la membrane cellulaire) au moment où une cellule est tuée par 50° C., ainsi qu'on le verra plus bas.

La légère modification apparente qu'éprouvent la membrane cellulaire et l'utricule n'est évidemment pas la cause du changement des propriétés de diffusion, mais il est bien plus probable, que le même dérangement dans l'équilibre des molécules, qui rend l'utricule perméable aux matières colorantes, est également la cause de la contraction, de sorte que ces deux phénomènes sont les co-effets de la même cause, du dérangement dans le groupement des molécules. Il n'est pas précisément néces-

saire qu'un semblable dérangement dans le groupement des molécules coïncide avec la coagulation, bien que cette dernière soit certainement aussi un changement de position des molécules. Mais nous pouvons concevoir qu'un beaucoup moins grand dérangement de la structure moléculaire suffit pour supprimer les propriétés indispensables à la vie de la cellule. Nous pouvons même faire un pas de plus sans craindre de nous écarter du domaine de la science. Supposons que la structure moléculaire particulière du protoplasme, de la membrane cellulaire, etc. etc., soit constituée par des forces qui pour chaque plante présentent une certaine intensité spécifique, nous pouvons en conclure que, dans beaucoup de cas, cette dernière est si faible qu'elle peut être vaincue par des températures inférieures à 50° C. [1], et que la structure moléculaire organique est détruite. On peut même imaginer, bien que ce ne soit pas très-probable, que les forces moléculaires qui constituent la structure organique intérieure, puissent être assez énergiques pour résister à 70° C. et s'opposer même à la tendance de l'albumine à se coaguler. Cette supposition est invraisemblable, elle n'est destinée qu'à mettre en évidence la difficulté qu'il y a à se faire une idée théorique claire sur le plus grand degré de chaleur que les plantes peuvent supporter.

Revenant de cette excursion théorique sur le terrain de l'observation, il nous reste pour compléter ces matériaux si pleins de lacunes à examiner quelles sont sur

[1] Je ne considère ici les expressions de 50° C. et 70° C. que comme une manière d'exprimer des intensités de force, puisque la température ne nous apparaît de prime abord que comme une force expansive.

la terre les températures de l'air les plus élevées dans les localités où croissent des plantes. Les rares détails, sur cette question, qui sont venus à ma connaissance se trouvent dans la Météorologie de Cornelius (Halle, 1863, p. 84). Cet auteur indique pour la température mensuelle la plus élevée du mois de juillet en Nubie et dans l'Arabie méridionale 32°5 C. L'atlas de la Géographie végétale de Rudolph et d'autres, mentionnent les plantes suivantes dans cette circonscription : cotonnier, dattier, caféier, canne à sucre, pisang, riz, tabac, indigo. Cornelius donne, en outre, une série de températures élevées qui ont été observées comme étant les maxima de quelques localités d'Asie et d'Afrique ; malheureusement il n'ajoute rien sur l'état de la végétation. Le maximum indiqué pour Benarès est 44°6 C. et la moyenne du maximum pendant un mois se serait même élevée à 40°8 C. Quant aux autres maxima qui ont dépassé 50° C., je les passerai sous silence, parce qu'ils ne sont accompagnés d'aucune donnée sur leur durée ni sur leur retour.

II. *Quelles sont les modifications qui se produisent dans les cellules, quand elles ont été chauffées au-dessus de la limite supérieure de la température.*

L'idée que l'on se fait de l'organisme *vivant* se montre dans le protoplasme d'une manière plus saisissante que dans toute autre partie de la cellule végétale ; quand il s'agit de mettre en évidence la différence entre la vie et la mort dans l'intérieur de la cellule, c'est sans contredit au protoplasme qu'il faut avoir recours, et nous allons voir tout de suite que les effets d'une température trop élevée s'y manifestent très-clairement. Il n'est d'ail-

leurs pas invraisemblable que la substance de la membrane cellulaire éprouve un changement dans la structure moléculaire, telle qu'elle est pendant la vie, quand la cellule vivante est exposée à une température qui occasionne la mort ; c'est du moins ce qui ressort d'une de mes observations. Quant aux autres éléments de la cellule, ou bien ils ne sont pas assez constants pour être pris en considération, ou bien les modifications qu'ils éprouvent sont si difficiles à apprécier qu'elles ont jusqu'ici échappé à l'observation.

Les observations qui ont été faites jusqu'à ce jour sur les altérations que subit la cellule sous l'influence d'une température trop élevée, peuvent se diviser en deux parties, dont l'une concerne les changements immédiats visibles de la structure, l'autre les modifications apporportées dans les propriétés de diffusion. Avec tout cela le sujet est encore loin d'être épuisé.

a. Altérations visibles du protoplasme et de la membrane cellulaire près et au delà de la limite supérieure de la température.

Max Schultze (*Protoplasmes et rhizopodes des cellules végétales*, 1863, p. 48) est peut-être le premier qui se soit demandé à quelle température le protoplasme meurt.

Il a choisi pour ses expériences les poils des filets des étamines de *Tradescantia virginica*, les poils de *Urtica urens* et les cellules des feuilles de *Vallisneria spiralis*. Dans tous les trois la température qui amenait la mort commençait seulement entre 47° et 48° C. A 46° il a toujours trouvé quelques cellules inaltérées, à 45° plusieurs et à 44° toutes, au moins pour les *Vallisneria* et *Tradescantia*. Les poils de l'ortie sont peut-être un peu

plus sensibles : le mouvement paraissait presque complétement arrêté à 44°, toutefois sans que la mort de la cellule en fut la cause. Le mouvement se ralentit dans tous les cas à partir de 38°-40°, mais si la température ne s'élève pas au-dessus de 48° C., il ne tarde pas pendant le refroidissement à reprendre la rapidité primitive.

A première vue ce résultat paraît en opposition avec mes observations sur le *Vallisneria* qui périt déjà à 45° C., tandis que d'après Schultze le protoplasme n'est tué qu'entre 47° et 48° C. Cependant ces deux données peuvent très-bien subsister l'une à côté de l'autre, attendu que j'ai exposé la plante pendant 10 minutes à 45° C., tandis que Schultze (p. 48) ne la chauffait que pendant 2-3 minutes.

Par un échauffement rapide à 40° et au delà Schultze a observé dans l'ortie les mêmes et remarquables modifications que Brücke avait obtenues par de fortes décharges de l'électromoteur magnétique : du protoplasme pariétal partaient des prolongements sphériques, coniques ou filamenteux, dont les plus déliés avaient un mouvement serpentant, pour ainsi dire tâtonnant. Pendant le refroidissement tout disparaît peu à peu, cependant le mouvement des granules ne reprend pas toujours la rapidité primitive. Quand on pousse l'échauffement subitement à 45° et au delà, les varicosités se montrent souvent dans les filets libres du protoplasme, en particulier dans ceux de *Tradescantia*. D'autres fois les filets se coagulent dans la position qu'ils ont prise et y persistent longtemps, jusqu'à ce qu'ils soient peu à peu entraînés par l'action dissolvante du protoplasme. Schultze conclut de ces observations et d'autres : 1° que la chaleur

est un excitant puissant pour le mouvement du protoplasme, et 2° que le protoplasme des cellules végétales meurt à 45° C. environ. Le mouvement s'arrête, et il en résulte dans l'apparence de la masse une modification parfaitement semblable à celle qu'éprouve à 43° C. la substance contractile des pseudopodes et des corps des rhizopodes.

Mes observations conduisent à changer quelque peu ces données sur la température la plus élevée que peut supporter le protoplasme. Il est certain que la mort du protoplasme entraîne celle de la cellule entière ; or comme nous avons vu plus haut que plusieurs plantes résistent 10 minutes dans l'air à une température de 50°-51° C., il est impossible que dans ces plantes le protoplasme ait été tué, puisqu'alors elles auraient dû mourir ; il s'ensuit par conséquent que dans certaines circonstances le protoplasme peut être échauffé 10 minutes au-dessus de 50° C. sans en mourir. Toutefois il faut ajouter que les mêmes plantes ne pourraient pas supporter d'une manière soutenue une température aussi élevée, et par suite que l'indication d'un certain degré de chaleur doit toujours se rapporter à une certaine durée déterminée.

Il résulte de mes observations sur des cellules qui avaient supporté une température supérieure à 45° C. : 1° qu'elles résistent mieux à une température élevée dans l'air que dans l'eau ; 2° qu'à une température peu inférieure à celle qui occasionne la mort, le protoplasme éprouve une modification inconnue auparavant, et que je désigne par *coagulation passagère* du protoplasme par *la chaleur*. Dans ce cas le protoplasme se coagule en apparence de telle façon qu'on le croirait mort pour

toujours ; quelquefois le réticule conserve sa forme, le plus souvent il se contracte et offre un ou plusieurs pelotons ; il reste dans cet état d'immobilité quelques minutes ou même quelques heures ; ensuite, pendant le refroidissement, les filets coagulés commencent à circuler, ou bien si le protoplasme s'était pelotonné, il en part peu à peu des filets qui acquièrent à la longue la forme primitive et montrent distinctement le courant granulaire. Cette coagulation passagère par la chaleur correspond, comme je le montrerai dans l'appendice, qui fait suite à ce mémoire, à la *coagulation passagère par le froid.*

Voici les expériences qui m'ont conduit aux propositions énumérées dans ce qui précède :

1° Quand on détache des bandes étroites de l'épiderme de jeunes feuilles ou de très-jeunes boutons à fleurs de *Cucurbita Pepo*, de manière à avoir une rangée de poils non endommagés, qu'on les place sous verre dans le porte-objet et qu'on chauffe ce dernier dans de l'eau à l'aide d'une lampe à esprit de vin, puis qu'on porte rapidement le porte-objet sous le microscope, ajusté préalablement, on observe si le degré de chaleur a été bien saisi [1], que le mouvement circulatoire est accéléré ; souvent ce mouvement devient tumultueux, de plus grandes masses de protoplasmes se déplacent rapidement, les filets sont attirés violemment par ces amas de protoplasme toujours grossissant, jusqu'à ce qu'enfin il s'en soit

[1] Après quelques tâtonnements je suis arrivé à conduire l'échauffement du porte-objet de manière à pouvoir obtenir ce résultat avec certitude. Les expériences qui suivent rendent d'ailleurs cette méthode inutile, puisqu'elles permettent l'emploi de degrés de chaleur déterminés.

formé plusieurs, qui restent immobiles, fixés à un point de la paroi. Le protoplasme persiste dans cet état d'immobilité 5-10 minutes après le refroidissement du porte-objet, selon le degré d'intensité de chaleur. Si maintenant on continue à regarder l'objet en ayant en vue toujours la même cellule, on aperçoit sur les amas de protoplasme la formation de protubérances qui se prolongent peu à peu en forme de fils, donnent naissance à un réseau qui s'étend dans toute la cellule du poil, et le protoplasme reprend enfin sa forme caractéristique : dans l'axe de la cellule se produit une grosse corde qui contient le noyau d'où partent dans toutes les directions les filaments qui pénètrent dans le suc de la cellule et se perdent dans le bord de la paroi. Ce phénomène a été observé pour la première fois dans le mois d'août 1862 et j'ai pu répéter trois fois l'expérience dans l'espace de quelques heures avec le même objet. Pendant l'été 1863 je l'ai encore observé à plusieurs reprises. Le phénomène se passe en général de la même manière, mais le degré de chaleur employé peut produire quelques variations secondaires.

Par ce procédé on peut constater avec la plus grande facilité le fait de la coagulation passagère par la chaleur du protoplasme, mais l'on n'arrive pas à déterminer le degré de chaleur qui l'occasionne. Les expériences que nous allons rapporter mènent en revanche à ce but.

2° Une capsule de verre remplie d'eau est chauffée sur un bain de sable à l'aide d'une lampe à esprit de vin, pendant qu'un thermomètre plongeant dans l'eau en indique la température. On examine d'abord à l'état frais des bandes minces de l'épiderme du pétiole de feuilles de *Cucurbita Pepo* pour constater le mouvement du pro-

toplasme dans les poils, en ayant soin, ce qui ne présente pas de difficulté, de fixer plus particulièrement un ou deux poils, que l'on retrouve plus tard pour comparer le même objet avant et après l'expérience. On saisit la bande d'épiderme avec une pince par une des extrémités et on la porte tout près de la boule du thermomètre qui plonge dans l'eau. Dans une expérience le thermomètre marquait 46°-47° C. pendant une minute d'immersion de l'épiderme, qu'on reportait ensuite rapidement sur le porte-objet. A l'observation les courants filiformes paraissaient non altérés, le mouvement bien visible, quoique lent ; au bout de 10 minutes les courants s'accéleraient et reprenaient leur rapidité primitive. La température ambiante était 20° C. environ.

La même expérience a été répétée en prolongeant l'immersion pendant deux minutes dans l'eau, qui s'abaissait de 47° à 46° C. Rapidement posé sur le porte-objet, le réseau du protoplasme présentait encore sa forme primitive, mais tout courant ou mouvement avait disparu ; on ne voyait qu'un repos de coagulation complet. A peu près une demi-heure plus tard le courant granulaire recommençait dans les filets de protoplasme.

D'après cela on peut fixer à 46°-47° C. la température qui dans l'espace de deux minutes détermine dans les poils du *Cucurbita Pepo* la coagulation passagère par la chaleur. Une température un peu plus élevée n'entraîne pas encore une coagulation permanente. Ainsi j'ai plongé une bande semblable dans de l'eau qui s'est élevée de 47° à 48° pendant une minute d'immersion. Les courants rapides de protoplasme qui s'étaient coagulés n'ont présenté qu'au bout de deux heures un commencement de mouvement dans quelques filets isolés et particulière-

ment dans les plus déliés. On peut donc encore produire, au bout d'une minute, dans de l'eau à 47°-48° C. la coagulation passagère du protoplasme dans les poils de courge : à mesure que la température s'élève, cet effet se produit dans un temps plus court.

3° Le 2 août 1863 on a placé dans l'appareil que nous avons décrit plus haut des branches de *Cucurbita Pepo* et de *Solanum Lycopersicum*, trempant par la partie inférieure dans un vase rempli d'eau. Le thermomètre qui devait indiquer la température de l'air de la cloche était disposé de manière à ce que la boule fût aussi rapprochée que possible des jeunes feuilles qui servaient à l'expérience. Après avoir porté la température dans la cloche à 49°, on l'a maintenue 10 minutes entre 49° et 50° 5 C. On a ensuite détaché des bandes minces de l'épiderme des pétioles et on les a immédiatement examinées. Le protoplasme dans les poils de ces deux plantes présentait une *circulation rapide*, particulièrement vive dans le *Cucurbita Pepo*; dans une des cellules d'un poil on a vu se détacher un amas de protoplasme de la corde principale, cet amas rouler dans le suc de la cellule, se contracter, affecter successivement différentes formes et finir par s'accoler à un filet de protoplasme circulant rapidement et dans lequel il s'est fondu, de manière à disparaître.

Cette expérience montre que dans l'air une température de 50° C. exerce, au bout de 10 minutes, une influence moins grande que 47°- 48° C. dans l'eau pendant une minute, puisqu'il n'y a pas eu coagulation.

4° Dans la première partie de ce mémoire j'ai parlé d'une plante de courge qui avait supporté, le 27 juillet, sans altération, une température de 50°-51° C. pendant

25 minutes. Une heure après avoir été sortie de l'appareil, on a détaché une bande étroite de l'épiderme du pétiole d'une jeune feuille de cette plante et on l'a examinée au microscope : le protoplasme des poils n'offrait aucune trace de mouvement. Il s'était contracté sous forme de grands amas, adhérents aux parois, et dans quelques cellules il se présentait en masse mousseuse. Quatre heures plus tard, à une température de 19°-20° C., on a enlevé une bande d'épiderme tout près de la première. Le protoplasme s'était de nouveau disposé en filets ; dans quelques cellules cette transformation ne faisait que commencer ; dans d'autres, les filets partant d'amas fixés à la paroi pénétraient dans l'espace cellulaire; dans d'autres encore, une épaisse corde axile de protoplasme s'était reformée et donnait naissance à de nombreux filaments, qui avançaient visiblement dans le suc cellulaire. Nous voyons donc ici une coagulation passagère par la chaleur du protoplasme, occasionnée sous l'influence de 50°-51° C., s'exerçant pendant 25 minutes et disparaissant au bout de 4 heures.

5° En revanche nous allons voir que l'immersion de la même plante (*Cucurbita Pepo*) dans de l'eau à 50° C. tue le protoplasme. Une bande d'épiderme d'un jeune pétiole, dans les poils de laquelle j'avais préalablement constaté le mouvement du protoplasme, a été placée pendant une minute dans de l'eau à côté d'un thermomètre qui marquait 50° C. Au moment de la sortie, le protoplasme était coagulé, une demi-heure après il en était de même, et 14 heures plus tard il n'y avait encore aucun mouvement [1], le protoplasme était aggloméré en

[1] Des poils frais de *Cucurbita Pepo* plongés dans de l'eau à 18°-20° C. conservent leur mouvement encore plus longtemps.

petites boules blanchâtres ; dans quelques cellules seulement on apercevait encore un réseau, mais sans aucun mouvement.

6° Du *Nicotiana rustica*, dont il a été question plus haut, et qui avait été exposé 15 minutes à 50°-51° C., sans en être altéré, on a détaché sur le pétiole une bande d'épiderme avec des poils ; le protoplasme des poils présentait un mouvement des plus réguliers.

7° Une bande d'épiderme du pétiole d'une jeune feuille de *Brassica Napus*, qui avait supporté sans dommage 49°-49° 5 C. pendant 20 minutes, a été examinée 5 heures après l'expérience : le protoplasme formait dans les poils une masse mousseuse sans mouvement. Mais comme la plante a continué à croître sans que les poils périssent, on doit supposer que cette coagulation n'était que passagère ;

8° Un rameau à fleurs de *Tradescantia* plongé dans l'eau a été chauffé dans l'appareil à 49° C. (air), indiqués par un thermomètre dont la boule se trouvait dans le voisinage immédiat des fleurs. Au bout de 3 minutes on a détaché un filet d'étamine pour l'examiner : le protoplasme des poils était dans un repos absolu, tandis qu'auparavant, dans un filet de la même fleur, il circulait rapidement ; mais 3 à 4 minutes plus tard le mouvement recommença. Après 10 autres minutes, le thermomètre marquant 46°-48° C., on examina encore un filet dans lequel le protoplasme des poils offrait un mouvement très-lent.

La même fleur a été laissée encore 5 minutes dans de l'air à 48°-49° C. ; à l'examen le protoplasme de tous les poils d'un filet était immobile, mais il avait conservé

sa disposition ; deux minutes après, cependant, le mouvement recommençait.

La fleur qui avait fourni ces filets a été replacée dans l'air à 20° C. ; une demi-heure plus tard on en a retiré encore un filet dont le protoplasme de la plupart des poils circulait, bien que dans quelques cellules il fût en repos.

Comparées avec celles de Schultze, ces expériences montrent aussi que la température qui occasionne la mort peut être plus élevée dans l'air que dans l'eau. Schultze a trouvé que pour les poils de *Tradescantia* 47°-48° C. sont mortels dans l'eau ; à 46°-48° dans l'air j'ai constaté moi-même encore du mouvement après 15 minutes.

Le protoplasme se comporte par conséquent comme la plante entière, ainsi que je l'ai montré dans la première partie de ce mémoire.

Appendice sur la coagulation passagère par le froid du protoplasme.

Si la circulation du protoplasme ne s'arrêtait d'une part qu'à zéro et au-dessous quand le suc cellulaire gèle, et d'autre part qu'à une température assez élevée pour coaguler l'albumine, cela indiquerait que la coagulation par la chaleur, comme celle par le froid ne dépendent que des modifications physiques qu'éprouvent certaines substances sous l'influence de la chaleur ; mais il n'en est point ainsi et c'est précisément là que réside l'intérêt du sujet, qui apporte un nouveau contingent à la caractéristique de l'organisme. Nous venons de voir que la coagulation passagère du protoplasme sous l'influence de la chaleur a lieu à des températures beaucoup plus basses que celle à laquelle l'albumine se coagule,

et, d'un autre côté, les expériences que nous allons passer en revue montrent que la coagulation par le froid s'effectue à des températures assez élevées au-dessus du point de congélation du suc cellulaire.

D'après Nægeli (*Beiträge zur wissenschaftlichen Bot.*, 1860, II, p. 77) la circulation dans le *Nitella syncarpa* ne s'arrête réellement que lorsque la température s'abaisse à 0°. Mais il en est tout autrement des poils de *Cucurbita Pepo*. Au mois d'août 1862, le thermomètre marquant 16° 5 C. à côté de la plante sur la fenêtre, j'ai trouvé le mouvement dans les poils tellement ralenti qu'il était à peine appréciable. Le 26 juillet 1863, à 8 heures du matin, lorsque le thermomètre près de la plante marquait 10°-11° C., je trouvai à peine une ou deux traces de mouvement dans des poils de pétioles soumis rapidement à l'examen : le plus souvent on n'en apercevait point. Des rameaux conservés pendant la nuit dans l'eau et dans une chambre à 18° C. offraient dans les poils un mouvement rapide. Le 17 septembre 1863, le thermomètre placé dans le jardin à côté des plantes de courges indiquait à 6 heures du matin 11° C. et à 8 heures 12° 5 C., le mouvement était arrêté dans les poils des jeunes boutons à fleurs et des pétioles des jeunes feuilles ; mais le protoplasme conservait sa disposition typique. Dans le *Solanum Lycopersicum* quelques rares poils offraient un mouvement circulatoire.

Des rameaux des deux plantes ont été rentrés pendant la nuit dans une chambre à 17° C. : les poils de toutes deux ont offert distinctement un mouvement du protoplasme, bien qu'il fût très-lent.

Des rameaux qui à l'air libre avaient éprouvé la coagulation par le froid ont été ensuite échauffés lentement dans

l'appareil pendant 20 minutes à 30°-40° C. : les poils des deux plantes offraient alors un mouvement assez rapide[1].

Jusqu'à présent je n'ai constaté une modification de la membrane cellulaire dans des cellules tuées par une température trop elevée, que pour des poils de filets des anthères d'une *Tradescantia*. Un filet entier a été plongé à l'aide d'une pince pendant une minute dans de l'eau à 57° C. et placé ensuite dans de l'eau froide sur le porte-objet du microscope. Au premier moment le protoplasme complétement coagulé avait une apparence particulière; 10 minutes plus tard la membrane cellulaire se soulevait par place de l'utricule de protoplasme (utricule primordial) en formant des protubérances bulleuses arrondies. L'utricule de protoplasme des cellules ainsi modifiées conservait ses dimensions, ou se contractait un peu en donnant naissance à de nombreux plis vivement dessinés; la membrane cellulaire, au contraire, se gonflait ici et là, probablement par suite de l'eau qu'elle absorbait. J'ai réussi plus tard à provoquer les mêmes modifications en plongeant des filets d'anthères pendant une minute dans de l'eau à 50° C. Toutefois le phénomène ne se présentait que sur quelques cellules isolées.

[1] Il reste encore à examiner si la coagulation par le froid et celle par la chaleur des organes excitables des feuilles (par exemple, de *Mimosa pudica*), ne sont dues qu'au protoplasme, ou bien si les membranes cellulaires éprouvent elles-mêmes une coagulation passagère par une température trop élevée ou trop basse.

b. Modification des propriétés diosmotiques des cellules au-dessus de la limite supérieure de la température.

De même que les cellules gelées, celles qui ont été tuées par une température trop élevée présentent dans les propriétés de diffusion des changements que l'on pourrait désigner par *perméabilité rehaussée*[1]. Les observations que j'ai faites sur ce sujet ne sont pas encore très-nombreuses, mais elles montrent incontestablement que les cellules tuées par une température trop élevée et par la gelée se comportent à peu près de la même manière.

1° J'ai détaché du parenchyme d'une betterave rouge foncé des sections de même grandeur, offrant sur 0,5^{mm} d'épaisseur, 1 centim. carré de surface, et je les ai lavées pour enlever le jus rouge des cellules partagées. Elles ont ensuite été plongées les unes dans de l'eau à 20° C., d'autres dans de l'eau à 51° C., d'autres encore dans de l'eau à 54° C. Les premières gardèrent le jus rouge complétement, même au bout de 18 heures d'immersion; à 51° et 54° au contraire le jus rouge se répandit immédiatement en formant des nuages dans l'eau, et une demi-heure après le morceau de tissu était entièrement décoloré. On pourrait croire que la température élevée n'a pas altéré la cellule proprement dite, mais qu'elle se borne à accélérer l'acte de diffusion; mais ce n'est pas ce qui a lieu, car une tranche de betterave en tout semblable, qui a été exposée pendant quelques minutes dans de l'eau à 51° C. et portée ensuite dans de

[1] Comparez mon mémoire sur la formation de cristaux pendant la gelée et la modification des membranes cellulaires, etc. *Comptes-rendus de la Société roy. des sciences de Saxe*, 1860.

l'eau à 22° C., perdit toute la matière colorante. D'après cela la température de 51° C. ne produit pas seulement une accélération de la diffusion, mais elle occasionne une modification du pouvoir de diffusion de la cellule, en vertu de laquelle cette dernière répand ensuite dans l'eau froide la matière colorante par exosmose. On obtient exactement le même résultat, ainsi que je l'ai montré dans le mémoire cité plus haut, quand on fait geler des morceaux de betteraves rouges.

2° Je me suis procuré des cubes de 1 centim. de côté du tissu de betterave blanche (*Beta vulgaris*) et du parenchyme du fruit de *Cucurbita Pepo*. Préalablement j'avais préparé une liqueur d'un rouge très-foncé en faisant bouillir des betteraves rouges. Quelques-uns de ces cubes ont été exposés pendant une heure dans de l'eau à 55° C., tandis que d'autres étaient conservés à l'état naturel; après cela on les plongea tous dans la dissolution rouge. Au bout de 24 heures les cubes frais n'avaient *point* absorbé de matière colorante, ils étaient même incolores à la surface, tandis que ceux de betterave blanche qui avaient été tués par la température de 55° C. étaient rouge sang d'outre en outre, et que dans ceux de courge la coloration avait de tous côtés pénétré à 2-3^{mm} de profondeur. Cette expérience prouve que les cellules deviennent perméables à la matière colorante, quand elles ont été tuées par 55° C., comme je l'ai montré pour un morceau de tissu gelé.

3° Quand on plonge des poils de *Tradescantia* pendant une minute ou plus longtemps dans de l'eau à 51° C. et qu'on les examine ensuite dans l'eau froide sous le microscope, on trouve, comme il a été dit, que l'utricule de protoplasme est rigide, coagulé, tandis que la mem-

brane cellulaire s'en détache sous forme de bosse ; la matière colorante rouge pénètre dès lors à travers l'utricule morte et remplit les cavités formées par la boursouflure de la membrane cellulaire : après cela seulement elle traverse cette dernière et se répand dans l'eau. L'utricule de protoplasme coagulé a, par conséquent, perdu son impénétrabilité ou la force qu'il opposait, à l'état vivant, à la diffusion de la matière colorante. Nägeli a montré le premier (*Recherches sur la physiol. végét.* cahier I, p. 21 et suiv., 1855[1]) que l'utricule vivante jouissait de la propriété d'empêcher l'exosmose de la matière colorante. Je me suis même assuré que les utricules des poils de *Tradescantia* plongés dans une dissolution de sucre se séparent par la contraction de la paroi des cellules, sans que la matière colorante du suc sorte de l'utricule de protoplasme. Ce n'est qu'après quelques heures, lorsque la cellule a été tuée par le contact prolongé avec la dissolution sucrée, que la matière colorante pénètre à travers l'utricule, remplit l'espace entre celui-ci et la paroi de la cellule et se répand enfin dans l'eau.

4° L'anéantissement de la force qui contient la matière colorante et le rehaussement de la perméabilité de la cellule que ces expériences mettent en évidence, se manifestent aussi, comme dans les tissus gelés, par quelques autres phénomènes. Quand on expose pendant une heure de grands morceaux de betterave ou de la chair dure de courge dans de l'eau à 55° C., ils acquièrent déjà une certaine mollesse et par une légère pression on peut

[1] Comp. Nægeli, *Communications botaniques* dans le *Compte rendu* de l'académie de Munich 1861 : *Sur l'effet de la gelée sur les plantes.*

en faire sortir quelques gouttes. Après une heure d'immersion dans de l'eau à 70° C. ils prennent exactement la même consistance que des morceaux gelés; on peut dès lors les comprimer avec la plus grande facilité et en faire jaillir des torrents de jus, tandis que des morceaux de tissu frais résistent à la plus forte pression de la main, en vertu de la fermeté et de l'élasticité du tissu, sans qu'il en sorte une goutte de jus.

Les cellules tuées par une chaleur de 51°-70° C., de même que celles qui ont gelé, laissent passer le suc cellulaire dans l'espace intercellulaire du parenchyme, sans l'aide de la pression; on peut induire cela de la circonstance que les parties de plantes qui ont été portées à cette température, paraissent plus diaphanes, ce qui ne peut s'expliquer que par le suc qui a remplacé l'air dans les intervalles du parenchyme; il en résulte la flaccidité des cellules qui, en laissant sortir le suc, perdent leur rigidité et leur turgescence. Des feuilles de *Sambucus nigra*, *Solanum tuberosum*, *Nicotiana rustica*, *Tropæolum majus* et autres qui ont été pendant 10 minutes dans de l'eau à 70° C., deviennent flasques comme du linge mouillé et sont diaphanes comme des feuilles gelées.

La plus grande perméabilité se manifeste aussi dans ce cas, comme pour les plantes gelées, en ce qu'elles sèchent rapidement, parce que les cellules mortes n'opposent plus de résistance à l'évaporation de l'eau.

Je termine en attirant l'attention sur une conséquence qui découle de ces observations et qui pourrait peut-être contribuer à rectifier une erreur. — On sait que pour extraire des matières colorantes ou d'autres substances des tissus végétaux, on emploie ordinairement l'eau

bouillante, parce que l'eau froide ne rend pas le même service, On admet souvent que l'eau bouillante est nécessaire parce qu'à cette température élevée elle acquiert la propriété de dissoudre ces matières. Dans quelques cas ce raisonnement peut être exact; mais on peut en général admettre que les matières qui sont extraites par l'eau bouillante se trouvent préalablement à l'état de dissolution dans le suc des cellules: l'ébullition n'a d'autre but que de détruire la résistance de l'utricule et de la membrane cellulaire vivantes et ainsi de permettre aux matières déjà dissoutes de sortir librement des cellules.

La ressemblance frappante que présentent les cellules qui ont été tuées par une température trop élevée et par la gelée semblerait indiquer que l'altération qui occasionne la mort est, sinon de la même nature, du moins la même en principe. A la fin de la première partie de ce mémoire j'ai essayé de montrer que la mort résultant d'une température trop élevée pouvait jusqu'à un certain point s'expliquer par un déplacement moléculaire mécanique, en admettant que les forces qui maintiennent les particules du protoplasme de la membrane cellulaire dans la disposition qui constitue l'état vivant, sont anéanties par une trop grande chaleur; il est très-probable qu'un dérangement analogue dans le groupement des molécules a lieu sous l'influence de la gelée. On sait qu'une plante gelée peut continuer à vivre si elle dégèle très-lentement, tandis que dans le cas contraire elle meurt Il est très-simple dès lors d'imaginer que par une fusion lente les sucs gelés qui pénètrent le protoplasme et la membrane cellulaire aient un mouvement moléculaire très-faible, qui permette aux particules de

se grouper dans la position d'équilibre qui correspond à l'état de vie ; par une fusion trop rapide, au contraire, le mouvement des molécules est désordonné et ces dernières ne peuvent pas reprendre l'état d'équilibre qui constitue la structure moléculaire propre à la vie.

Quand on cherche ainsi à rapporter la mort due à une température trop élevée à un changement purement mécanique, les modifications chimiques qui accompagnent la mort deviennent secondaires, comme le serait la décomposition chimique après l'écrasement de la cellule par exemple. En broyant la cellule on détruit à la fois la forme extérieure et le groupement moléculaire, la gelée et l'ébullition ne détruisent que ce dernier, tandis que la forme extérieure ne change pas d'une manière essentielle.

Cette représentation mécanique de la mort de la cellule, n'est nullement en contradiction avec le fait que la mort peut aussi être occasionnée par une action purement chimique ; car à l'idée de vie de la cellule s'attache tout aussi bien la présence de certaines combinaisons chimiques déterminées, qu'une certaine disposition moléculaire de ces dernières. L'une sans l'autre ne suffit pas pour constituer la vie. De sorte que la mort de la cellule peut résulter également bien d'une modification chimique des molécules que d'un déplacement mécanique.

SUR LA

FORMATION DE LA GLACE DANS LA MER.

PAR

M. E. EDLUND [1].

Dans ce mémoire intéressant, l'auteur se propose d'établir qu'en général la glace ne se forme pas sur la mer comme sur les lacs d'eau douce et les étangs, c'est-à-dire que la congélation ne commence pas par la solidification de la couche superficielle de l'eau. Certaines considérations sur les propriétés de l'eau de mer et des observations nombreuses sont d'accord pour montrer que, le plus souvent, l'eau de la mer se refroidit au-dessous de 0°, et que la glace s'y forme subitement dans toute la masse, comme cela a lieu dans de l'eau sur-refroidie [2]. On trouvera dans l'extrait que nous donnons du mémoire de M. Edlund, les considérations théoriques qui y sont développées, et la discussion des nombreux rapports qu'on lui a envoyés de diverses localités du littoral de la Suède au sujet du phénomène de la congélation de la mer.

[1] *Poggendorff's Annalen*, 1864, t. CXXII, p. 513.

[2] L'expression d'eau *sur-refroidie* que M. Edlund propose d'employer comme correspondant à celle de l'eau sur-chauffée nous paraît tout à fait opportune.

On suppose en général que la formation de la glace a lieu sur la mer de la même façon que sur l'eau douce et que la congélation commence à la surface. Il y a cependant deux propriétés de l'eau de mer qui doivent influer sur le phénomène de la solidification, et le rendre notablement différent de ce qu'il est pour les nappes d'eau douce.

En premier lieu, tandis que le maximum de densité de l'eau douce est à 4°, la densité de l'eau de mer augmente jusqu'à une température qui est bien au-dessous du point de gel. A. Marcet, en expérimentant sur de l'eau de mer, a trouvé —2° 2 pour la température de congélation et —5° 5 pour celle du maximum de densité. D'après M. Erman, une dissolution de sel ayant 1,026 pour poids spécifique augmente de densité jusqu'au moment de sa solidification. Des expériences faites par Despretz sur de l'eau de mer rapportée par Freycinet, donnèrent —1° 8 pour le point de congélation, et —3° 6 pour le maximum de densité. Plus récemment, M. C. de Newmann, employant un mélange d'eaux de mer a trouvé pour ces mêmes températures —2° 6 et —4° 7. Toutes ces observations sont donc d'accord pour établir que dans l'eau de mer le maximum de densité se trouve à une température inférieure à celle où a lieu la solidification.

En second lieu, on sait qu'on peut abaisser la température de l'eau douce de plusieurs degrés au-dessous de 0°, mais que dans l'eau ainsi sur-refroidie, le moindre ébranlement détermine la formation instantanée de la glace ; on sait aussi que dans ces conditions, un fragment de glace mis en contact avec l'eau provoque la congélation de la masse liquide. Dans ce cas, ce n'est pas le mouvement causé par la projection du morceau de glace qui est la cause de la solidification, car

d'autres substances n'agissent pas de la même manière. Ce qui le montre aussi, c'est qu'on ne peut pas refroidir au-dessous de 0° de l'eau qui contient de la glace. Des expériences intéressantes sur ce sujet ont été faites, il y a longtemps déjà, par le professeur Wilcke, et elles ont trait, comme on le verrra, au phénomène qui fait l'objet de ce mémoire. Wilcke trouva entr'autres que si l'on prend de l'eau abaissée au-dessous de 0°, et qu'on la verse dans un verre plus froid ou qu'on la mélange avec du mercure refroidi, ou encore qu'on y laisse tomber des grêlons, il s'y forme une quantité de petites figures de glace qui constituent le commencement de la solidification. Cette formation élémentaire se compose d'*une petite plaque de glace transparente parfaitement circulaire et très-mince*. Quelquefois ces plaques de glace se forment en si grande quantité qu'elles ont l'air de fumée tandis qu'elles montent à la surface. Durant leur ascension elles augmentent jusqu'à prendre parfois une ligne de diamètre.

Or l'eau de mer possède ces mêmes propriétés avec cette différence que, *même soumise à une forte agitation, elle peut être refroidie au-dessous du point de solidification*. C'est seulement si l'agitation devient très-violente qu'elle détermine la congélation. Ainsi l'eau de mer peut être plus aisément sur-refroidie que l'eau douce; un certain nombre d'observateurs ont constaté cette différence, bien qu'ils n'en aient tiré aucune conclusion. Nairne remarque que l'on peut facilement abaisser la température de l'eau de mer au-dessous du point de congélation. Blagden observe qu'il faut expérimenter avec beaucoup d'attention si l'on veut refroidir l'eau de mer de 4 ou 5 degrés au-dessous du point de gel, d'où

l'on pourrait conclure que cette attention est superflue s'il ne s'agit que de 1 ou 2 degrés. M. Erman donne comme une propriété bien connue des dissolutions de sel, de se solidifier tout d'un coup, ce qui ne peut arriver sans un sur-refroidissement préalable. Despretz rapporte que l'eau de mer dont il se servait se gelait à — 2° 55, lorsqu'on la secouait, et que le thermomètre remontait alors à — 1° 84. M. Dufour a montré que des dissolutions salines des divers degrés de concentration jouissent de cette même propriété. M. Rudorff a obtenu des résultats semblables dans ses recherches sur l'influence du degré de concentration des dissolutions salines sur la température de leur point de congélation; ce physicien a trouvé que si l'on agite régulièrement le liquide avec le thermomètre, on voit se former tout d'un coup dans toute la masse des lamelles de glace, et le thermomètre remonter en même temps souvent de plusieurs degrés. Plus tard, M. Rudorff a trouvé que cette propriété est d'autant mieux caractérisée que la dissolution est plus concentrée. On ne détermine pas, d'après lui, la formation de la glace en agitant le liquide avec un agitateur en verre Enfin M. Edlung a constaté lui-même par plusieurs expériences que l'eau de la mer Baltique, quoique d'une salure bien faible, se refroidit aisément au-dessous de son point de congélation. Si l'on dispose l'expérience de telle manière que le refroidissement s'opère sur la surface de l'eau, l'on peut être certain que la température s'abaissera au-dessous du point de congélation. Aussitôt que la formation de la glace est déterminée, soit par une violente secousse, soit par la projection d'un fragment de glace, la solidification se propage avec la plus grande rapidité et la température remonte jusqu'à la température du point de fusion.

Ainsi, pour qu'on puisse se rendre compte de la manière dont la mer se refroidit et se congèle, il faut avoir égard aux deux propriétés suivantes :

1° La densité de l'eau de mer augmente à mesure que la température s'abaisse, et cela jusqu'à plusieurs degrés au-dessous du point de solidification, le point exact du maximum de densité dépendant du degré de concentration de la dissolution saline.

2° On peut refroidir l'eau de mer à plusieurs degrés au-dessous de son point de solidification et la maintenir liquide tout en la soumettant à une forte agitation.

Pendant la saison froide, la surface de la mer se refroidit par rayonnement, par évaporation et aussi par contact avec l'air. A mesure que la température de la couche superficielle s'abaisse, sa densité augmente, de sorte que cette eau descend et se trouve remplacée par de l'eau plus chaude. Celle-ci se refroidit à son tour et il s'établiit ainsi un mouvement continu, par lequel la température extérieure se trouve propagée dans la masse liquide. Toutefois le froid ne pénètre que lentement de haut en bas, par le fait de la rencontre de l'eau plus froide qui descend, avec les couches inférieures dont la température est plus élevée. Lorsque le froid se prolonge suffisamment la couche refroidie augmente d'épaisseur, et la température de l'eau finit par s'abaisser jusqu'au point de congélation. Deux cas peuvent alors se présenter. Si la mer est agitée par un vent violent, de telle sorte que la position relative des molécules d'eau soit brusquement changée, il se forme de la glace. C'est ce qui arrive aussi, si des morceaux de glace déjà formés flottent sur l'eau ou s'il tombe de la neige; dans ces circonstances une première couche de glace se forme à la

surface de l'eau et son épaisseur augmente ensuite d'une manière continue : si, au contraire, le mouvement de l'eau à la surface de la mer ne détermine pas une agitation brusque, et s'il ne s'y trouve aucun fragment de glace, la température continue à s'abaisser au-dessous du point de congélation, et le refroidissement à se propager dans l'intérieur de la masse. Dans des circonstances favorables, la couche refroidie peut ainsi prendre une épaisseur considérable. Comme l'eau est un mauvais conducteur, il est vraisemblable que s'il survient à ce moment un redoux, la température de la couche supérieure remonte au-dessus du point de gel, tandis que celle des couches inférieures est encore au-dessous. A mesure que la température s'abaisse, l'équilibre moléculaire de l'eau à l'état liquide devient de plus en plus instable et par conséquent plus facilement détruit par une action extérieure, et il arrive un instant où un mouvement ou bien un fragment de glace détermine la congélation qui se propage aussitôt avec rapidité dans la masse tout entière de la couche refroidie. Ce phénomène doit se passer d'une manière analogue dans l'eau de mer et dans l'eau douce, et il doit se former soit des disques de glace d'une forme plus ou moins régulière, soit des masses gélatineuses ressemblant à de la neige trempée d'eau. Le mouvement que donnent à l'eau des vagues régulières, n'est pas un obstacle à ce mode de formation de la glace, car les molécules d'eau voisines qui font partie de l'ondulation décrivent des chemins parallèles. C'est seulement sous l'action d'un vent violent, lorsque la lame se couvre d'écume, que le refroidissement ne doit pas pouvoir dépasser le point de congélation. L'action des côtes sur lesquelles la vague se brise, est sans doute aussi un em-

pêchement à ce refroidissement à l'état liquide. En outre, la mer près des côtes est moins salée à cause des eaux douces qui s'y écoulent, et il s'y trouve en suspension des parcelles solides qui doivent servir de centre de formation à des cristaux de glace, lesquels déterminent eux-mêmes la solidification totale. Ainsi le mode de congélation qui vient d'être décrit s'offrira le plus souvent en pleine mer, à une certaine distance des côtes et des brisants.

Ces considérations ont été pour la première fois exposées dans une séance de l'Académie royale des sciences à propos d'une communication sur la formation de la glace dans le Catégat. Il s'agissait de les vérifier par des observations plus nombreuses que celles qu'on avait recueillies jusqu'alors, et il était intéressant d'obtenir des données, soit sur la température de la mer durant l'hiver, soit aussi sur le phénomène même de la congélation. Durant un séjour aux îles d'Aland, le professeur Nordeskiöld a réussi à faire quelques expériences sur la température de l'eau, et a recueilli des informations et des observations. L'instrument qui a servi aux expériences est un thermomètre à minima, à mercure et à alcool. Le mercure ne sert que d'index et c'est la dilatation de l'alcool qui constitue le thermomètre ; cet instrument offre cet avantage que sa position habituellement verticale peut devenir presque horizontale, sans que les mesures soient affectées. Bien que l'hiver ait été défavorable, M. Nordenskiöld a obtenu quelques observations importantes. Le thermomètre a été placé à 100 pieds environ de la côte et à 21 pieds au-dessous du niveau de la mer, ce qui correspondait à une distance de 3 pieds environ du fond. Retiré au bout de quel-

ques jours, le thermomètre a donné la température de - 1°. 0 Pendant ces quelques jours le temps avait été orageux, et la température de l'air avait été d'environ 2° au-dessus de 0° à midi, et était descendue la nuit à 5° au-dessous de 0°. Dans une autre localité, à 14 pieds au-dessous de la surface et à environ 2 pieds du fond, la température s'est trouvée être de — 0°,6, tandis qu'à la surface au même moment elle était de —0°,2. L'eau de mer prise dans l'une de ces localités et rapportée par le professeur Nordenskïold a été soumise à des essais, et on a trouvé qu'elle gelait à — 0°,4 lorsqu'on l'agitait vivement ou qu'on y jetait un morceau de glace. Ainsi dans les deux observations qu'on vient de rapporter, la température trouvée pour l'eau prise du fond de la mer était inférieure à celle du point de congélation, et l'on doit ajouter que dans les deux cas la mer était complétement libre de glaçons.

Les renseignements que M. Nordenskiöld a recueillis de diverses sources dans l'île d'Aland, s'accordent pour établir que la formation sous-marine de la glace est un phénomène fréquent. On a vu souvent par une profondeur de 6 à 8 pieds, les pierres et les plantes marines du fond de la mer se couvrir de glace, et M. Nordenskiöld a pu lui-même constater ce phénomène. Quelquefois on trouve des pierres de plusieurs pouces de diamètre prises dans des glaçons et entraînées par eux à la surface de l'eau. Cette glace diffère par son apparence de celle qui se forme superficiellement ; ce sont des disques qui sont en général de la grosseur d'une assiette et dont les dimensions vont quelquefois jusqu'à celles d'un fond de tonneau. Parfois cette glace prend une consistance pâteuse qui la fait ressembler à de la neige à demi-fondue.

La rapidité avec laquelle cette glace semi-liquide se forme et monte à la surface de la mer, est un caractère frappant de ce mode de congélation. Il peut arriver que la mer soit tout à fait libre de glace, et qu'au bout de très-peu de temps, les glaçons et la glace pâteuse aient émergé en si grande quantité qu'un bateau ne puisse plus naviguer. Des habitants de diverses localités dans Aland racontent des incidents auxquels cette congélation subite a souvent donné lieu. Un bateau a été ainsi une fois retenu dans la glace, bien qu'il ne fût qu'à 1000 pieds de la côte, et le pêcheur qui le montait dut attendre pour regagner la terre que la glace fût devenue assez solide pour le porter. Lorsqu'il s'était mis en route, la mer était complétement libre. D'après la manière de voir d'un ecclésiastique, « presque toute la glace sur laquelle on peut au bout de peu de temps passer à cheval, est formée par de la glace de fond qui émerge avec une consistance semi-liquide. » Le même ecclésiastique raconte qu'ayant voulu un jour faire voile pour une localité que l'on nomme « Skiftet » par une mer tout à fait libre, il fut forcé de revenir au plus vite, et que la glace emergeait en telle abondance qu'il eut grand' peine à regagner le rivage. Une autre fois, ses fils furent exposés à la même aventure. Au dire d'une autre personne, de la glace émerge quelquefois par un temps doux, la température étant au-dessus de 0°. Un pêcheur disait que la glace doit se former quelquefois à une profondeur considérable, et il se fondait pour le dire sur ce qu'il avait vu, dans des endroits où la mer avait de 120 jusqu'à 180 pieds de profondeur, émerger de la glace sur laquelle se voyaient des varechs et d'autres traces du fond.

Après avoir reçu ces renseignements de M. Norden-

skiöld, M. Edlund résolut de s'adresser dans ce même but à un grand nombre de personnes dans diverses localités du littoral de la Suède et de la Norwége. Des circulaires imprimées, contenant les diverses questions auxquelles il fallait répondre, ont été distribuées au commencement de cette année aux habitants des côtes. On ne choisissait pour cela, cela va sans dire, que des individus que leur métier ou toute autre circonstance obligeait à tenir la mer pendant les mois d'hiver. Un grand nombre de ces circulaires sont revenues avec les réponses. M. Edlund donne dans son mémoire les observations les plus importantes qu'il a ainsi recueillies; tous ces documents ont la plus grande analogie avec ceux qu'on a déjà lus et qui avaient été transmis à l'auteur par le prof. Nordenskiöld. Après avoir exposé ces résultats directs de l'observation, M. Edlund les discute et les résume comme il suit.

« Telles sont les principales données qui m'ont été communiquées et qui viennent du Skagerak, du Catégat, du golfe de Christiania, de la mer Baltique et du golfe de Bothnie. Beaucoup de ces observations ne sont pas d'accord entre elles sur les détails du phénomène. Ces différences proviennent sans doute en partie des appréciations personnelles des observateurs, mais on doit aussi les attribuer souvent aux circonstances locales qui ont nécessairement beaucoup d'influence sur la manière d'être du phénomène. Ainsi l'on rapportera d'un côté que la glace de fond se forme le plus souvent en février, tandis qu'on dira ailleurs que c'est en janvier qu'on l'observe surtout. Or ces circonstances doivent dependre, comme cela a lieu pour les lacs de l'intérieur, à la fois des localités et des années.

« La plupart des communications s'accordent à établir que la glace sous-marine se forme avant que la superficie de la mer soit gelée, ce qui doit être en effet le cas le plus fréquent d'après les considérations théoriques qu'on a développées au commencement du mémoire. Toutefois on peut expliquer comment il arrive quelquefois, comme quelques observateurs l'ont vu, que de la glace monte encore du fond de la mer lorsque sa surface est déjà prise. Qu'on suppose que par suite d'un froid persistant, la couche d'eau refroidie soit d'une épaisseur considérable. Il vient ensuite un dégel et la température de la couche supérieure remonte au-dessus de 0°, tandis que les couches plus profondes restent sur-refroidies. A la suite de cet adoucissement de température, le froid redevient plus vif et il tombe de la neige; dans ce cas la superficie de l'eau se congèle, mais la solidification ne peut pas se propager au travers de la couche d'eau au-dessus de 0° qui sépare la croûte glacée de la masse liquide refroidie. Enfin lorsqu'un mouvement vient à agiter l'eau sur-refroidie, les glaçons s'y forment et ils montent s'appliquer contre la surface inférieure de la nappe de glace déjà formée.

« Quelques observateurs constatent dans leur rapport qu'ils n'ont jamais trouvé des pierres, des plantes marines ou d'autres objets de cette nature, pris dans les morceaux de glace qui montent du fond à la surface; d'autres au contraire affirment l'avoir vu; ceci ne paraît pas devoir constituer une contradiction réelle. En effet, au moment de la congélation brusque telle qu'on l'a admise, la mer se trouve refroidie au-dessous de 0° jusqu'à une assez grande profondeur. Si cette profondeur va jusqu'au fond de la mer, il doit se former des glaçons dans

le voisinage immédiat du sol et sur le sol même, et ces glaçons doivent émerger avec ceux qui se sont formés plus haut. Mais ce qu'il faut remarquer, c'est que ces glaçons sont en très-petit nombre par rapport à tous ceux qui se forment dans la masse entière, et qu'en outre beaucoup d'entre eux ne retiendront aucune trace du fond sur lequel ils se sont solidifiés. Ainsi les fragments de glace sur lesquels se trouve quelque indice du sol sont nécessairement très-rares au milieu de tous les autres; il est donc tout naturel que beaucoup d'observateurs n'en aient jamais vu, et leur témoignage ne détruit pas la valeur des assertions des personnes qui les ont remarqués. On ne doit pas supposer, du reste, que la couche refroidie atteigne toujours le fond. Dans le Catégat et la mer Baltique, il arrive le plus souvent que la congélation commence à une assez petite distance au-dessous du niveau. Cela dépend surtout de la durée et de l'intensité du froid, et aussi d'un assez grand nombre de circonstances qui favorisent plus ou moins ce mode de congélation. La profondeur qu'atteint la couche refroidie paraît être ordinairement de 5 à 10 pieds, mais elle va souvent jusqu'à 20. Dans quelques cas exceptionnels cette profondeur est encore plus grande; on a constaté de la glace de fond à 120 et à 50 pieds dans la mer Baltique, et dans le Catégat à 60 et 70 pieds.

« On arrive ainsi indirectement à conclure que la formation de la glace doit avoir lieu quelquefois à une profondeur considérable. On mentionne dans un des rapports que la couche de glace qui se forme instantanément par la réunion des glaçons émergés peut avoir jusqu'à 6 pieds d'épaisseur; ailleurs cette épaisseur est estimée beaucoup plus grande, et ailleurs encore on dit qu'une rame

peut se tenir debout dans cette couche de glace subitement formée. D'autre part, cette glace doit être passablement compacte puisque un canot qui s'y trouve pris ne peut plus avancer même avec un bon vent. Il n'y a donc rien d'exagéré à supposer qu'un cinquième du volume de la couche totale se compose réellement de glace. D'après cette hypothèse, une couche de 6 pieds correspond à une couche de glace complétement compacte épaisse de 1,2 pied. L'eau de mer avant la congélation possède une température qui ne peut guère être inférieure de plus de 2° à celle du point de solidification, parce que le maximum de densité correspond à peu près à cette température-là. Au moyen de ces données, on peut calculer quelle doit être l'épaisseur de la couche d'eau refroidie suffisante pour que la congélation subite produise une couche de glace de 1,2 pied d'épaisseur. L'on trouve ainsi une profondeur de 45 pieds.

« Certains observateurs parlent du mode de congélation dont il est ici question comme étant tout à fait habituel, et même comme étant le seul qui s'offre sur la mer ; d'après d'autres rapports, il se présente souvent, ou quelquefois, ou encore seulement dans quelques cas. On peut aisément se rendre compte de ces différences. On a déjà dit que la congélation sous-marine doit avoir lieu surtout en mer ouverte à une certaine distance des côtes. Quelques observateurs qui ont été à même de faire des observations soit près du rivage, soit en pleine mer, ont constaté qu'il en est bien ainsi. Tandis que c'est la congélation sous-marine qui se présente en général en pleine mer, ce mode de gel ne se remarque pas si souvent en dedans des récifs, et presque jamais au bord des côtes. Or comme chaque observateur mentionne

presque uniquement ce qui se passe dans la localité qu'il habite, on comprend que les données doivent présenter des différences notables. Quelques habitants du littoral de la Baltique et du Catégat assurent qu'ils n'ont jamais eu connaissance de la formation sous marine de glace; il est certain que ces personnes n'ont jamais fait en hiver de voyage de mer qui les éloignât des côtes, pas en tous cas dans la saison où la glace se forme. Il est vraisemblable aussi que des circonstances locales rendent impossible dans certains endroits le phénomène de solidification, ou du moins le rendent tout à fait exceptionnel.

« On signale dans les rapports venus de Norwége ce fait intéressant que quelquefois une quantité de poissons morts montent du fond de l'eau en même temps que les glaçons. Ce phenomène se passe sans doute de la manière suivante. L'eau sur-refroidie se solidifie, on le sait, si on la secoue violemment ou si on y provoque un mouvement tel que les positions relatives des molécules voisines soient brusquement changées. Lorsqu'un banc de poissons arrive dans cette eau, une pareille agitation doit être facilement provoquée soit par les mouvements extérieurs des poissons, soit aussi par le mouvement de la bouche et des ouïes qui s'ouvrent et se ferment continuellement. Du moment qu'un petit cristal de glace s'est formé dans l'un de ces organes, la formation de la glace se propage et le poisson s'en remplit. Devenu plus léger il monte à la surface où il meurt asphyxié s'il n'est pas déjà tué par cette solidification intérieure.

« On mentionne dans plusieurs localités que la glace émerge lorsqu'une température plus douce succède à un froid intense. Il est difficile de comprendre quelle in-

fluence directe cette variation peut avoir sur la formation de la glace. Cependant on prétend que le niveau de la mer Baltique varie en sens inverse du baromètre, c'est-à-dire que ce niveau s'élève quand le baromètre baisse et réciproquement. Or le niveau de la mer ne peut pas changer, sans qu'il en résulte un mouvement de l'eau; d'autre part une variation de température est toujours accompagnée d'une variation barométrique. On peut ainsi supposer que lorsqu'un temps doux succède à un froid vif, il se détermine simultanément dans la mer un courant qui a pour effet de provoquer la congélation. Lorsque de la glace sous-marine s'est formée en quantité considérable, la température de l'eau doit s'élever un peu à cause de la chaleur latente mise en liberté. Dans les circonstances telles qu'elles se présentent habituellement, cette élévation de température ne peut pas dépasser un petit nombre de degrés, et il ne peut pas en résulter pour l'air une variation qui soit appréciable sans un thermomètre.

« Le phénomène de congélation sous-marine paraît beaucoup mieux caractérisé dans le Catégat que dans la Baltique et le golfe de Bothnie. Cette différence tient sans doute aux différences de salure de ces mers. Le Catégat est plus salé que la Baltique et le golfe de Bothnie l'est le moins des trois.

« En résumé, les différences qui viennent d'être signalées entre les observations diverses qui ont été recueillies au sujet de la formation de la glace sur la mer paraissent s'expliquer d'une manière satisfaisante, et on peut admettre comme prouvées les conclusions suivantes:

1° La formation de la glace dans les mers mentionnées a lieu de deux manières différentes;

a) L'eau se refroidit jusqu'au point de congélation et se gèle ; la glace augmente ensuite d'épaisseur à mesure que le refroidissement continue ;

b) La température de l'eau s'abaisse au-dessous du point de congélation et la solidification s'opère tout d'un coup non-seulement à la surface, mais dans toute la masse refroidie ;

2° Le second mode de congélation se produit plus souvent en pleine mer qu'en dedans des brisants ou des côtes ;

3° Le phénomène ne doit pas être considéré comme exceptionnel, mais s'offre habituellement aussi bien dans la Baltique que dans le Catégat, et dans cette dernière mer on doit le regarder comme constituant à peu près le seul mode de gel de la mer ;

4° Ce phénomène est la conséquence de propriétés connues de l'eau de mer.

Cette manière de geler n'est évidemment pas restreinte aux mers qui baignent la Suède et la Norwége. On la doit trouver à plus forte raison en d'autres endroits où la mer est beaucoup plus salée et le froid beaucoup plus intense. Dans les mers polaires cette congélation sous-marine doit avoir lieu dans de vastes proportions, et il ne semble pas invraisemblable que dans ces mers la plus grande partie de la glace qui recouvre en hiver des espaces libres pendant l'eté, ait cette origine. La profondeur à laquelle doit parvenir l'eau sur-refroidie est probablement très-grande, puisque dans la Baltique et le Catégat cette profondeur va jusqu'à 100 pieds, lorsque les circonstances sont favorables. En général on peut penser que cette congélation sous-marine n'est pas sans

influence sur les phénomènes de la surface de la terre qui dépendent dans un certain degré de la formation de la glace marine. Ainsi il est très-probable que chaque année, la glace de fond se forme en plus grande quantité dans les endroits les moins profonds, et il doit résulter de cette circonstance une déformation du fond de la mer. La glace attachée au sol augmente de volume jusqu'au moment où la force ascensionnelle est suffisante pour détacher les matières prises dans le bloc. Ces matières s'élèvent à la surface de l'eau, sont poussées vers d'autres localités et retombent au fond lorsque vient le dégel ou lorsque la glace est brisée par les vagues. Il ne paraît donc pas invraisemblable que ce mode de congélation donne lieu à un transport des matières qui composent le fond de la mer

« On rencontre dans les mers polaires des montagnes de glace dont les dimensions prodigieuses frappent d'étonnement les voyageurs de ces contrées. Sur la côte occidentale du Groënland, il n'est pas rare, d'après M. Rink, de voir des montagnes de glace de 200 pieds de haut Or le volume émergé est, comme on le sait, égal à cinq fois le volume émergeant, d'où résulte, d'après les calculs de M. Rink, que ces masses de glace renferment de 160 à 240 millions de pieds cubes. Sur terre ferme ce seraient des montagnes de plus de 1000 pieds de haut, et ce ne sont pourtant pas les plus grosses, car M. Rink assure qu'il n'est pas rare de rencontrer sur les côtes du Groënland des blocs de 800 millions de pieds cubes. Dans le détroit de David, Scoresby a vu une montagne de glace qui avait 12000 pieds de long, 4000 de large et sur laquelle se trouvaient des pointes qui s'élevaient de 100 pieds au-dessus du niveau de l'eau. Tout cela

est connu, et on sait aussi que les anfractuosités nombreuses dont la côte occidentale du Groënland est découpée sont remplies de gros blocs de glace tombés des glaciers de la terre ferme. On ne peut pas contester que les montagnes de glace qui flottent sur la mer ont leur origine dans ces glaciers; mais on peut se demander si ces montagnes de glaces sont complétement et dans toute leur masse le produit des glaciers, et si la mer n'a pas une part importante dans leur gigantesque formation. Si l'on admet que la glace ne se forme qu'à la surface de la mer, la réponse à cette question doit être évidemment « non. » La congélation n'ayant lieu que superficiellement, il ne peut se produire autour de la montagne de glace qu'une sorte de couronne qui n'augmente nullement ses dimensions verticales. Mais il n'en est plus de même lorsqu'on suppose que la formation de la glace a lieu à une grande profondeur. Lorsqu'un bloc de glace atteint par sa partie inférieure une couche d'eau surrefroidie, la congélation doit s'y produire, et le bloc peut ainsi augmenter, non pas seulement latéralement, mais aussi verticalement. La montagne s'accroît ainsi en flottant d'un endroit à l'autre. Même dans le Catégat, il peut se former en une heure une couche de glace de plusieurs pieds d'épaisseur. La plupart des montagnes de glace sont, d'après M. Rink, composées d'une glace blanchâtre coupée de bulles d'air allongées et parallèles. Cette description concorde assez avec l'apparence de la glace sous-marine dans certains cas. Quoi qu'il en soit de cette hypothèse, les conséquences de la formation de la glace au-dessous de la surface de la mer paraissent mériter une étude attentive. »

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

J. Croll. Sur la cause du refroidissement produit dans les corps solides par l'effet de la tension (*Philosophical Magazine*. Mai 1864.)

Le Dr Joule a démontré expérimentalement que lorsque des corps solides sont soumis à un effort de tension, l'action de cette force est accompagnée d'un abaissement de température. Il résulte des expériences de ce même physicien, que le froid produit par l'application d'une tension est sensiblement égal à la chaleur développée par la suppression de cette force ; et de plus, que les effets calorifiques sont proportionnés au poids employé. Il a remarqué, par exemple, que si une quantité donnée de chaleur est développée chez un corps par l'effet d'un poids qui le comprime, ce même poids, appliqué à *étendre* le corps, produira une quantité correspondante de froid. Ce résultat ne laisse pas que d'être singulier. En effet, si l'on se demande ce que devient une force employée à comprimer un corps, il suffit de répondre que cette force est convertie en chaleur, et reparaît sous cette forme dans les molécules du corps comprimé ; mais si on emploie cette même force à étendre un corps, on ne saurait répondre que la force a été convertie en froid, puisque le froid n'est autre chose que la privation d'une force. Lorsqu'un corps est comprimé par l'effet d'un poids, la force vive du poids descendant est transmise aux molécules du corps et reparaît sous la forme de chaleur ; mais si ce même poids est employé à étendre ou dilater le corps, non-seulement la force

vive du poids disparaît sans produire de la chaleur, mais encore les molécules soumises à l'effet de cette force, perdent-elles une partie de la chaleur qu'elles possédaient déjà. Il nous faut donc rechercher pour ce cas, non-seulement ce que devient la force communiquée par le poids, mais aussi ce que devient celle qui disparaît sous la forme de chaleur chez le corps soumis à l'action de la tension. Que la force vive du poids disparaisse sans augmenter la température du corps, cela peut encore se comprendre, parce que cette force vive peut être transformée dans quelque autre force différente de celle de la chaleur ; il n'est, en effet, nullement évident *a priori*, que la chaleur soit la seule forme sous laquelle elle puisse exister. Mais il n'en est pas moins singulier que l'effet de cette force soit de produire un changement de forme dans la force qui existait déjà dans les molécules sous la forme de chaleur.

Lorsqu'on emploie un poids pour opérer l'extension d'un corps solide, il est évident que la force mise en œuvre par le poids est dépensée en entier à diminuer la cohésion des particules, puisqu'elle tend à les séparer les unes des autres. Mais le refroidissement qui survient, montre qu'il a disparu une plus grande quantité de force que celle qui a été mise en œuvre par le poids, puisque ce refroidissement ne peut être dû qu'à la disparition de la force qui existait dans le corps même sous la forme de chaleur. Qu'est donc devenue cette force? Elle doit nécessairement avoir été dépensée d'une façon ou d'une autre. Dans aucun cas, la force mise en œuvre par le poids ne peut être la cause d'un effet réfrigérant. On conçoit que la translation de la force du poids au corps, puisse, en augmentant la force propre à celui-ci, donner lieu à un développement de chaleur, mais il est impossible d'admettre que cette translation puisse devenir la cause d'une diminution de la force qui réside dans le corps même. Si donc une diminution dans la force de chaleur suit effectivement l'application d'une tension, le poids employé à produire cette tension ne peut être que l'*occasion*, mais en aucune façon la *cause* de cette diminution.

L'auteur, à la suite de ces considérations, propose l'explication suivante du phénomène qui nous occupe. Si, dit-il, les molécules d'un corps étaient liées entre elles par une force quelconque de nature à empêcher qu'elles pussent s'éloigner davantage les unes des autres, dans ce cas, la totalité de la chaleur communiquée à ces molécules se présenterait sous la forme de chaleur libre ou de température; mais si la force qui lie les molécules du corps les unes aux autres était capable d'être diminuée de manière à permettre une dilatation ultérieure, alors une portion de la chaleur communiquée serait dépensée à produire cette dilatation. On sait que tous les solides se dilatent à une température donnée, jusqu'à ce que la force expansive de leur chaleur fasse équilibre à la cohésion de leurs molécules ; après quoi aucune dilatation ultérieure ne peut avoir lieu à la même température, tant que la force de cohésion des molécules reste constante. Mais si, par l'emploi d'un moyen quelconque, la force de cohésion des molécules vient à être diminuée, aussitôt le corps se dilatera par l'effet de la chaleur qui lui est propre, d'où résultera nécessairement une absorption de calorique, et partant, production de froid. Or, une force de tension, quoiqu'elle ne diminue pas directement la cohésion des molécules du corps qui y est soumis, tend cependant, par suite de son opposition à la cohésion, à produire le même effet, puisqu'elle permet à ces molécules de s'éloigner les unes des autres, d'où résulte un refroidissement. Supposons que le piston d'une machine à vapeur soit chargé à tel point, que la force de la vapeur soit incapable de lui imprimer le plus petit mouvement : il est évident que dans ce cas la vapeur de l'intérieur du cylindre ne perdra aucune portion de sa chaleur ; mais si on emploie une force extérieure pour aider à soulever le piston, les molécules de vapeur contribueront aussi de leur côté à produire le même effet, et partant, elles perdront une quantité de chaleur proportionnée au travail qu'elles auront fait. Il en est de même lorsqu'un solide est soumis à une tension. Antérieurement à l'application de cette force, la chaleur propre des molécules

était incapable de vaincre la cohésion et de produire un effet de dilatation. Mais dès que l'action de la cohésion se trouve balancée, au moins en partie, par l'effet de la tension, aussitôt cette chaleur devient capable de produire son effet ordinaire d'expansion, dont le résultat se traduit en un abaissement de température

---

P. Riess, Ablenkung der... Déviation de l'aiguille aimantée par les courants induits de la batterie de Leyde (*Poggendorff's Annalen*, 1863, t. CXX, p. 518). — Der Nebenstrom im Schiessungsdraht..... L'extra-courant dans le circuit de la batterie de Leyde (*Poggend. Annalen*, 1864, t. CXXI, p. 613).

Lorsqu'on fait passer la décharge d'une batterie de Leyde dans un conducteur près duquel se trouve disposé un autre circuit, il se développe dans ce dernier des courants d'induction. Mais les phénomènes sont assez compliqués dans ce cas, parce que le courant primaire ayant une durée très-courte, les courants induits de fermeture et d'ouverture sont à peu près simultanés ; de plus, d'après les faits récemment étudiés par MM. Feddersen, Paalzow, etc., la décharge serait en général oscillatoire, c'est-à-dire composée de courants dirigés alternativement en sens contraire, et se succédant très-rapidement les uns aux autres ; ces courants doivent aussi donner lieu à des courants d'induction. L'étude de ces faits est considérablement facilitée par l'emploi de la soupape électrique de M. Gaugain, qui, comme on le sait, a la propriété de permettre le passage des courants induits dans une direction, tandis qu'elle arrête les courants de direction contraire. Cet appareil avait déjà été utilisé par M. Feddersen dans une expérience remarquable[1], qui présente beaucoup d'analogie avec une partie de celles dont nous allons rendre compte.

La soupape intercalée dans le circuit primaire de la décharge n'exerce pas d'influence sur la déviation d'un galvanomètre placé

[1] Voyez *Archives*, 1862, t. XV, p. 369.

également dans le circuit. Mais il en est autrement si l'on dispose la soupape sur le parcours du courant induit : la déviation du galvanomètre devient plus grande et beaucoup plus considérable que celle que la décharge primaire produisait. Le sens de la déviation est toujours celui qui correspond à un courant allant du disque (électrode à grande surface) à la pointe dans la soupape. Ainsi, dans cette disposition, on arrête tous les courants induits agissant dans une direction, tandis qu'on permet le passage des autres, l'effet total n'est donc plus la différence des deux espèces de courants qui, sans soupape, se contrebalancent en grande partie.

M. Riess a étudié aussi le pouvoir d'aimantation de ces courants; en plaçant une aiguille d'acier à l'intérieur d'une spirale traversée par la décharge primaire ou induite, il a obtenu des résultats analogues aux précédents. L'aiguille est moins fortement aimantée par la décharge directe que par les courants induits lorsqu'on emploie la soupape. Le sens de l'aimantation dans ce dernier cas dépend, comme précédemment, de la position de la soupape et non pas du sens de la décharge primaire.

Les résultats sont les mêmes lorsqu'on observe par les mêmes moyens l'action magnétique des courants induits d'ordre supérieur; mais on remarque une influence particulière de la pression de l'air dans la soupape. Quand celle-ci est placée de manière à permettre seulement le passage des courants de direction contraire à celle de la décharge primaire, on voit qu'à mesure que la pression augmente dans la soupape, les déviations produites par les courants induits d'ordre *pair*, vont en diminuant lentement, tandis que les déviations produites par les courants d'ordre *impair* diminuent rapidement et finissent par changer de sens. — Pour une position renversée de la soupape, c'est l'inverse qui se produit : ce sont les courants d'ordre impair pour lesquels la diminution est lente, tandis qu'elle est rapide pour ceux d'ordre pair.

Nous avons vu que, placée simplement dans le circuit primaire, la soupape ne produit pas d'effet sensible. Mais en la plaçant dans

une dérivation, M. Riess a obtenu des effets remarquables rappelant et complétant ceux que M. Feddersen a observés. Ainsi il a introduit une spirale dans le circuit primaire dont la résistance était aussi faible que possible, puis il a établi un circuit dérivé en mettant chacune des extrémités de cette spirale en communication avec un fil aboutissant au galvanomètre (dont le multiplicateur était formé d'une spirale semblable à la précédente); sur un point de ce circuit dérivé on pouvait à volonté intercaler la soupape. En faisant passer des décharges de même force, on obtenait sans soupape, une déviation de 2 divisions seulement, tandis qu'en intercalant la soupape on observait, suivant sa disposition, des déviations de — 140 et de + 125 divisions. M. Riess explique ce résultat par l'action des extra-courants qui se développent dans la première spirale; la soupape laisse passer par le circuit dérivé ceux qui ont une certaine direction, et arrête les autres.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Prof. Wyville Thomson. On the embryogeny, etc. Sur l'embryogénie de la comatula rosacea (*Annals and Mag. of Nat. History*. Avril 1863. p. 297).

Sauf une courte description des premiers stades de développement de la larve par M. W. Busch, l'embryogénie des comatules était jusqu'ici inconnue. M. Thomson a donc fait faire un pas important à la connaissance des échinodermes en poursuivant dans son entier, pendant quatre années successives, le développement de la *Comatula rosacea*.

L'œuf, après une segmentation normale, donne naissance à une larve cylindrique, cerclée de quatre bandes transversales de cils vibratiles. Peu de temps après la naissance, la troisième bande à partir de l'extrémité antérieure s'arque légèrement en avant en un point, et dans l'espace qui sépare ce point de la quatrième bande, se forme la bouche de la larve. En même temps apparaît

une deuxième ouverture qui n'est séparée du bord postérieur de la première que par la dernière bande ciliée. C'est l'anus qui est bientôt mis en communication avec la bouche par un petit canal passant sous la bande de cils. Un long panache de cils à mouvement ondulatoire tout particulier se développe à l'extrémité postérieure du corps. La larve croît rapidement, devient réniforme, avec la bouche placée au hile.

Peu de temps après que la larve a atteint sa forme définitive, dix petits spicules calcaires apparaissent dans la couche externe de sarcode de la partie antérieure du corps. Ils sont arrangés en deux cercles de cinq spicules, symétriquement superposés. Par la formation d'un réseau calcaire, ces dix spicules deviennent bientôt dix plaques enfermant un espace dodécaédrique dans un treillis placé dans la partie antérieure de l'animal, et ouvert en haut et en bas. En même temps apparaît une série de sept à dix anneaux calcaires, formant une chaîne qui part de la base de la rangée postérieure de plaques, se courbe légèrement à gauche de la bouche de la larve, et aboutit au centre d'une large plaque cribriforme occupant l'extrémité postérieure du corps. Un réseau de trabécules calcaires naît dans chacun de ces anneaux et l'on reconnaît bientôt dans cette chaîne la tige articulée du squelette pentacrinoïde. Le treillis calcaire que nous venons de décrire représente les plaques radiales et les premières plaques interradiales du calice. Le squelette du crinoïde se trouve donc entièrement ébauché dans le corps de la larve, tandis que celle-ci conserve encore sa forme première et ses organes spéciaux.

Dans l'intérieur du calice du crinoïde naissant apparaissent maintenant deux masses hémisphériques, représentant l'une, à savoir l'inférieure, le canal alimentaire définitif de la comatule, l'autre, c'est-à-dire la supérieure, le vaisseau circulaire ou central du système ambulacraire avec ses cœcums correspondant aux bras. Lorsque la larve a nagé librement pendant un temps qui varie de huit heures à une semaine, elle devient plus lente dans ses mouvements et elle est déformée par le crinoïde qui se

développe dans son intérieur. La bouche et le canal alimentaire de la larve disparaissent et la couche externe de sarcode s'applique exactement sur le squelette calcaire de l'échinoderme inclus, lui formant un péristome transparent. La tige s'allonge et son extrémité postérieure se dilate en un disque de fixation. En même temps l'extrémité antérieure prend la forme d'une coupe dont le bord est divisé en cinq lobes en forme de croissant, correspondant aux plaques de la rangée supérieure, et enfin cinq tubes délicats, qui sont des cœcums du canal ambulacraire circulaire, surgissent du centre de la coupe : ce sont les rudiments des cinq bras du pentacrinoïde. C'est à peu près à cette époque de son développement que l'animal se fixe solidement à un corps étranger.

Selon M. Thomson le pseudo-embryon (c'est le nom que l'auteur donne aux larves d'échinodermes) des comatules occupe une position intermédiaire entre les différentes formes larvaires d'échinodermes jusqu'ici connues. Par sa forme extérieure et sa métamorphose subséquente, il ressemble « au stade de pupe » de certaines holothurides, avec cette différence que chez ces holothurides la pupe a déjà passé par la phase active d'auriculaire, tandis que la forme analogue chez les comatules naît directement de l'œuf.

Rev. Samuel Haughton, On form, etc. Sur la forme des alvéoles faits par diverses guêpes et par les abeilles ; suivi d'un appendice sur l'origine des espèces (*Annals and Mag. of nat. history*, juin 1863, p. 415). — Alfred Wallace, Remarks, etc. Remarques sur le mémoire du rév. Haughton relatif aux alvéoles des abeilles et a l'origine des espèces (*Ibid.*, octobre 1863, p. 303).

Certains auteurs ont cru trouver dans les propriétés géométriques des alvéoles d'abeilles une preuve moins de l'habileté et de l'instinct de ces insectes que de la toute-sagesse et de l'intel-

ligence de leur créateur. D'autres, ennemis par principe de toute téléologie, ont su trouver des causes toutes naturelles à la forme géométrique des alvéoles. M. Darwin en particulier pense que les abeilles sont les descendants modifiés d'hyménoptères à alvéoles circulaires et qu'elles ont été graduellement amenées à construire des alvéoles hexagonaux par suite de l'élection naturelle favorisant toujours les variétés qui savaient construire avec la moindre dépense de cire possible.

Le rév. Haughton est hostile à ces deux manières de voir. Il rappelle que, quoi qu'on en ait pu dire depuis Réaumur et Kœnig, les angles des losanges du fond des alvéoles ne sont point ceux qui produiraient le maximum d'économie dans la construction des rayons. C'est ce que L'Huillier démontrait déjà en 1781.

Si la téléologie géométrique appliquée aux rayons des abeilles ne peut satisfaire le rév. Haughton, la doctrine de M. Darwin ne répond pas mieux à ses exigences. D'une manière générale il élève des objections nombreuses contre cette théorie. Notre intention n'est pas de les combattre ici. M. Wallace s'en est chargé dans le mémoire dont nous donnons le titre. Il montre en particulier combien M. Haughton a souvent mal compris son adversaire. Nous nous en tiendrons aux objections faites par M. Haughton à la transformation graduelle d'hyménoptères à cellules rondes, comme les bourdons, en abeilles à cellules hexagonales disposées en double rangée parallèle avec des fonds formés par l'angle trièdre d'un dodécaèdre rhomboïdal. Selon M. Haughton, cette transformation exigerait la série d'espèces ou de variétés suivante : 1° Une abeille à cellules rondes comme celles du bourdon, employant pour chaque alvéole une quantité de cire que nous représenterons par 100 unités. 2° Une abeille faisant des alvéoles en forme de prismes triangulaires, équilatéraux, à base plate, en double rayon et placés base contre base. Cette espèce ne dépenserait plus que 50 unités de cire. 3° Une abeille à alvéoles parallélipipédiques en double rangée avec une dépense de 41 et $^2/_3$ unités de cire. 4° Une abeille à alvéoles en prismes hexagonaux,

à fond plat, en double rangée, dépensant 33 et $^1/_3$ unités de cire. 5° Une abeille à alvéoles semblables à ceux de l'espèce précédente, si ce n'est que les fonds plats sont remplacés par des fonds trièdres appartenant à un dodécaèdre rhomboïdal. Cette forme qui est *notre* abeille ne dépense que 32 et $^2/_3$ unités de cire. Enfin on pourrait compléter cette série par : 6° L'abeille de l'avenir, comme l'appelle pittoresquement M. Haughton, qui n'emploiera plus que 24 et $^1/_2$ unités de cire en réalisant les alvéoles calculés par L'Huillier.

La grande objection que le rév. Haughton fait à la théorie Darwin ainsi interprétée par lui, c'est que de ces 6 hyménoptères il n'existe que le n° 1 et le n° 5 et que rien ne nous permet de supposer que les numéros 2, 3 et 4 aient jamais existé.

M. Wallace était mieux qualifié que personne pour répondre aux attaques dirigées par M. Haughton contre la théorie de M. Darwin. On se souvient, en effet, que cette théorie pourrait tout aussi bien porter le nom de théorie Wallace, puisque ce savant la formula lui-même d'une manière concise et toute indépendante en même temps que M. Darwin.

M. Wallace montre d'abord qu'outre les anciens arguments contre la téléologie géométrique appliquée aux abeilles, il est facile d'en produire de nouveaux. C'est ainsi que les rangées supérieures d'alvéoles ayant à supporter dans chaque rayon un effort mécanique bien plus grand que les inférieures, ces dernières pourraient se contenter d'une paroi beaucoup plus mince qu'elles, s'il s'agissait de réaliser une plus grande économie de matériaux. Puis, passant aux objections de M. Haughton, M. Wallace montre que la théorie de M. Darwin n'implique point la série d'espèces à alvéoles triangulaires, carrés et hexagonaux qu'a imaginés M. Haughton. Il est parfaitement vrai que pour remplir un espace donné avec des alvéoles d'une aire donnée et des parois d'égale épaisseur, le triangle sera plus économique que le cercle (avec les intervalles solides) et le carré plus économique que le triangle. Toutefois l'usage primitif de l'alvéole n'est point celui

de magasin de miel, mais celui d'une loge appropriée à la larve et à la nymphe. Dans ce but il doit avoir un certain diamètre déterminé et l'alvéole triangulaire devrait par conséquent circonscrire l'alvéole circulaire. Il exigerait par suite une plus grande dépense de matériaux même que l'alvéole circulaire avec des intervalles solides, sans tenir compte de ce fait que les alvéoles triangulaires étant privés de soutien dans toute leur longueur devront être plus épais que ceux de toute autre forme, s'ils doivent offrir une résistance égale. La même argumentation s'appliquerait à un moindre degré aux alvéoles carrés.

Selon M. Wallace, le passage d'un alvéole rond à un alvéole hexagonal se fait beaucoup plus simplement et sans ces intermédiaires. Supposons un rayon formé par l'aggrégation d'alvéoles cylindriques. Il n'y a rien d'improbable à ce que dans un moment de disette des insectes relativement aussi intelligents que les abeilles, viennent à enlever pour l'employer ailleurs la cire superflue de ce rayon, c'est-à-dire la cire des triangles solides qui subsistent entre les cercles. Si la cire est enlevée, jusqu'au point que les parois aient partout la même épaisseur, l'alvéole aura exactement la forme de prisme hexagonal usuelle chez les abeilles. De la même manière les bases pyramidales des alvéoles hexagonaux résultent nécessairement de l'enlèvement de la cire superflue des angles entre les bases sphériques alternes de deux rangées d'alvéoles opposés.

Sans méconnaître tout ce qu'il y a d'hypothétique dans cette opinion de MM. Darwin et Wallace, nous la préférons hautement à celle que soutient le rév. Haughton. Cet auteur revient, en effet, à l'ancienne théorie de Buffon d'après laquelle la forme des alvéoles résulterait de la pression réciproque exercée par les abeilles travaillant simultanément dans un espace resserré. Déjà les observations de Huber et plus récemment celles plus complètes de M. Darwin ont montré que la manière de travailler des abeilles exclut complétement cette pression. A cette objection capitale M. Wallace en ajoute d'autres. Il cite, par exemple, une

abeille sauvage de Bornéo qui suspend ses rayons à l'air libre aux branches d'arbres élevés. Il semblerait que dans ce cas les alvéoles dussent être cylindriques, si la forme hexagonale des alvéoles d'autres espèces avait sa cause seulement dans la pression réciproque et point dans l'économie de matériaux. Ils sont néanmoins hexagonaux comme ceux de nos abeilles.

William Blanford, On the animals, etc. Sur les animaux des Raphaulus, Spiraculum et autres Cyclostomes tubifères (*Annals and Mag. of nat. history*. Juillet 1865, p. 55).

Parmi les Cyclostomacés de l'Inde et du sud-est de l'Asie il existe plusieurs genres remarquables par l'existence de procès calcaires du péristome ou de la suture. On peut en distinguer deux formes : 1° les tubes suturaux ouverts aux deux extrémités, ou bien ouverts à l'une et fermés à l'autre (*Raphaulus*, *Spiraculum*, *Opisthoporus*, etc.) ; et 2° des incisions du péristome simple (*Pupina*, *Registoma*) ou accompagnées d'expansion du bord externe (*Pterocyclos*, etc.).

M. Blanford a eu l'occasion d'étudier les parties molles d'espèces appartenant à plusieurs de ces genres. Chez l'un le *Raphaulus chrysalus* de Burma, le tube sutural s'ouvre dans la coquille par une fente longitudinale peu éloignée du péristome : l'autre extrémité est également ouverte. Le tube calcaire est tapissé, dans une partie tout au moins de sa longueur par un procès, tubulaire du manteau. Il constitue donc un canal mettant en communication la cavité pulmonaire avec l'air extérieur, même lorsque la bouche de la coquille est hermétiquement fermée par l'opercule. Chez le *Spiraculum avanum* Bland, d'Ava, il existe une disposition analogue avec cette différence que le tube n'est pas tapissé par une membrane molle, mais correspond simplement à une ouverture du manteau.

M. Blanford pense qu'il faut rapprocher ces tubes suturaux du

siphon des ampullaires. Ces mollusques ont, comme l'on sait, l'habitude de passer la saison sèche ensevelis dans la vase desséchée et sont des amphibies très-voisins par leur organisation des Cyclostomacés. Peut-être trouvera-t-on quelque chaînon intermédiaire entre ces mollusques à siphon et les genres terrestres à tubes suturaux. Nous retrouvons ces tubes à l'état rudimentaire chez quelques autres genres de Cyclostomacés où ils n'ont plus évidemment de connexion physiologique avec les organes respiratoires. Le tube des *Spiraculum* devient une simple incision du péristome dans les Ptérocyclos. Les formes burmanes de ce dernier genre sont étroitement alliées à des Cyclophores qui ont l'opercule épais et une petite projection en forme d'aile du bord externe près de la suture; ces mollusques passent graduellement à des espèces à péristome entier comme le *C. stenostomus*. Une série parallèle peut s'établir depuis le genre Raphaulus à tube respiratoire jusqu'à des genres dépourvus de tout tube et de toute projection.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le Prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE JUIN 1864.

Le 1er, halo solaire de 10 h. 30 m. à 11 h. 15 m.

4, éclairs à l'ENE. et au SSO. à 10 h. du soir.

7, trois orages éclatent dans la matinée et se succèdent à peu de distance les uns des autres ; dès 9 h. 15 m. du matin on entendait gronder le tonnerre du côté du Sud. Le premier orage atteint sa plus grande intensité entre 10 h. 10 m. et 10 h. 25 m., en passant du Sud au Nord, à peu près au zénith. A ce moment, où de fortes décharges électriques avaient lieu, il est tombé une averse de grêle mêlée de pluie les grêlons n'étaient pas très-serrés, mais de dimensions considérables. Le plus gros recueilli à l'Observatoire avait à peu près la forme d'un ellipsoïde, dont les trois axes avaient respectivement 33mm, 20mm et 15mm de longueur ; après avoir été cassé, il présentait au centre un noyau de glace transparente, recouvert d'une couche uniforme de glace moins transparente, ayant à peu près 4 à 5mm d'épaisseur. Un autre grêlon d'une forme analogue avait 30mm dans sa plus grande dimension Le second orage, suivant également la direction du Sud au Nord, atteint sa plus grande intensité entre 10 h. 30 m. et 10 h. 40 m., il est tombé à ce moment une seconde averse de grêle mêlée encore de pluie. Les grêlons étaient plus serrés, mais de dimensions moindres ; les plus gros ne mesuraient que 18mm dans leur plus grande longueur. Le troisième orage suit la même direction que les précédents et atteint sa plus grande intensité entre 11 h. 5 m. et 11 h. 30 m : de fortes décharges électriques ont lieu à ce moment. La pluie qui est tombée pendant ce troisième orage n'était mêlée que de fort peu de grêle. Dans quelques campagnes situées au NE. de la ville, il est tombé, à ce qu'il paraît, des grêlons plus gros encore que ceux qui ont été recueillis à l'Observatoire, et en quantité plus considérable.

9, de 4 h. 30 m. à 7 h du soir, éclairs et tonnerres ; l'orage passe d'abord de l'Ouest au Sud, puis il revient du Sud au Nord et atteint sa plus grande intensité de 5 h. 35 m. à 6 h.

11, Il est tombé de la neige sur le Môle, qui a blanchi la montagne presque jusqu'au pied ; il en est également tombé sur le Jura.

Le 12, de 7 h. 30 m. à 7 h. 45 m. du matin, on voit l'arc tangent supérieur au halo ordinaire ; faible halo solaire de midi 15 m. à midi 30 m.

20, couronne lunaire à plusieurs reprises dans la soirée.

23, toute la soirée éclairs à l'Est et à l'Ouest. Plus tard dans la soirée, vers 11 h. 48 m. éclate un orage accompagné d'éclairs et de tonnerres, qui atteint sa plus grande intensité un quart d'heure après minuit. Un second orage éclate plus tard dans la nuit, entre 2 et 3 h. du matin.

29, éclairs à l'Est depuis 9 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 6, à 10 h. matin...	728,85	Le 1, à 6 h. 40 m. soir	720,53
8, à 10 h soir.....	727,61	7, à 10 h. 40 m. mat.	722,43
11, à 6 h. matin...	728,29	9, à 5 h. soir.....	721,41
20, à 8 h. matin ...	734,91	14, à 6 h. soir.....	719,37
25, à 8 h. matin...	733,65	23, à 6 h. soir	727,84
28, à 10 h. soir.....	732,48	27, à 8 h. matin ...	724,59

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Ecart avec la temp. normale.	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h	Tension de la vap. Ecart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Ecart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minimum.	Fract. de saturation en millièmes. Maximum.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Ecart avec la temp. normale.	Limnimètre à midi
	millim.	millim	°	°	°	°	mm	mm					mm.				°	°	pouces
1	723,11	— 2,41	+16,96	+1,81	+13,5	+21,0	11,05	+2,12	780	+ 60	600	860	...	..	N. 1	0,69	15,0	+ 2,4	46,5
2	721,38	— 4,50	+14,72	—0,53	+12,8	+19,9	11,65	+2,65	953	+234	750	1000	15,8	18	SSO. 1	1,00	14,6	+ 1,9	46,2
3	725,38	— 0,56	+17,46	+2,09	+12,4	+22,6	9,53	+0,47	669	— 50	410	900	..	..	SSO. 1	0,46	13,6	+ 0,7	46,5
4	725 08	— 0,92	+18,83	+3,34	+ 9,8	+25,0	10,04	+0,91	630	— 89	430	850	...	..	SSO. 1	0,57	13.0	0,0	46,8
5	727,53	+ 1.47	+16,67	+1,06	+13,2	+21,2	11,90	+2,71	831	+113	680	870	1,6	3	NNE. 1	0,70	. .	....	47,1
6	728,08	+ 1,96	+18,24	+2,51	+12,4	+23,2	12,65	+3,40	814	+ 96	620	930	...	..	N. 1	0,54	16,7	+ 3,5	48,0
7	723,64	— 2,54	+17,00	+1,15	+12,5	+22,0	11,39	+2,08	806	+ 89	560	920	14,0	6	SSO. 2	0,81	17,7	+ 4,4	48,0
8	726,70	+ 0,46	+12,71	—3,26	+11,5	+15,0	8,98	—0,39	842	+126	720	940	3,5	4	SSO. 2	0,90	14,9	+ 1,4	49,0
9	724,03	— 2,27	+14,83	—1,26	+ 9,7	+21,9	9,72	+0,29	791	+ 76	560	950	9,0	4	variable	0,86	13,9	+ 0,3	52,0
10	724,47	— 1,88	+ 8,16	—8,04	+ 7,4	+12,0	7,49	—2,00	936	+222	860	920	32,0	23	SE. 1	1,00	8,0	— 5,7	51,5
11	726,98	+ 0,57	+11,79	—4,52	+ 8 0	+16,2	8,12	—1,43	799	+ 85	590	950	...	..	N 1	0,49	7,1	— 6,7	55,0
12	722,69	— 3,77	+15,18	—1,24	+ 7,0	+20,9	9,87	+0,26	760	+ 47	580	900	...	..	N. 1	0,37	...	.....	56,6
13	721,85	— 4,67	+15,87	—0,66	+12,8	+19,0	11,84	+2,18	884	+172	700	960	0,5	3	variable	0,99	14,8	+ 0,7	57,5
14	720,31	— 6,26	+15,44	—1,20	+13,9	+19,6	12,01	+2,30	926	+215	740	970	12,7	10	variable	1,00	14,8	+ 0,6	62,0
15	723,97	— 2.66	+13,00	—3,74	+11,0	+16,0	8,12	—1,64	744	+ 34	560	910	8,7	4	SSO. 2	0,97	13,3	— 1,0	61,2
16	727,83	+ 1,14	+15,26	—1,58	+10,7	+20.0	9,10	—0,71	717	+ 8	530	850	1,5	4	SSO. 1	0,92	12,8	— 1,6	60,5
17	732.94	+ 6,20	+17,07	+0,13	+12,7	+21,4	9.46	—0,40	673	— 35	480	810	...	..	variable	0,62	10,6	— 4,0	61,0
18	732.65	+ 5,85	+18,03	+0,99	+ 9,2	+24,7	10.11	+0,21	662	— 45	440	910	...	..	variable	0,24	12.4	— 2,3	61,5
19	733,52	+ 6,66	+17,81	+0,70	+12,2	+22,7	9,04	—0,91	610	— 96	390	830	...	..	N. 1	0,56	. .	....	62,0
20	733,87	+ 6,96	+15,90	—1,33	+ 9,3	+20,9	9,16	—0,83	682	— 23	500	830	...	..	N. 1	0,04	14,8	— 0,1	62,5
21	731,53	+ 4,57	+18,23	+0,91	+ 9,4	+24,0	9,96	—0,07	637	— 67	420	820	. .	..	N 1	0,00	16,8	+ 1,8	62,5
22	731,44	+ 4,43	+19,17	+1,76	+11,7	+21,2	11,20	+1,13	675	— 28	520	840	...	..	N. 1	0,19	16,9	+ 1,7	62,5
23	730,04	+ 2,98	+19,38	+1,88	+11.3	+24,6	10.81	+0,70	646	— 56	450	840	...	..	N. 1	0,12	17.7	+ 2,4	62,5
24	732,64	+ 5,53	+17,84	+0,26	+15,7	+21,1	9,11	—1,01	620	— 81	440	800	1,9	1	N. 1	0,42	18.0	+ 2,6	62,5
25	732,57	+ 5,41	+16,76	—0,90	+ 8.6	+22,0	8,38	—1,81	595	—104	440	790	...	..	N 1	0,10	18,7	+ 3,2	62,5
26	728,21	+ 1,00	+19,04	+1,30	+10,3	+24,6	9,79	—0,44	603	— 95	390	800	...	..	SSO. 1	0,49	...	. ..	62,7
27	725,98	— 1,28	+14,53	— 3,28	+11,5	+18,2	8,61	—1,63	712	+ 15	590	810	2,4	2	variable	0,90	16,2	+ 0,5	63.0
28	730,97	+ 3,67	+11,66	—6,22	+ 6,7	+16,1	6,42	—3,88	614	— 52	400	840	...	..	N. 1	0,51	17.0	+ 1.2	63,1
29	731.36	+ 4,02	+14,04	—3,91	+ 5,9	+19,0	8,07	—2,26	674	— 21	500	850	...	..	N. 1	0.83	16,8	+ 0.8	64,3
30	728.81	+ 1,43	+13,90	—4,12	+10,9	+17,8	10,63	+0,27	893	+199	740	940	3,6	9	variable	1,00	16,9	+ 0,8	64,5

MOYENNES DU MOIS DE JUIN 1864

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	725,02	725,14	725,12	725,19	724,86	724,52	724,45	724,87	725,34
2e »	727,67	727,83	727,75	727,63	727,55	727,31	727,40	727,72	728,08
3e »	730,76	730,88	730,64	730,37	730,03	729,72	729,60	729,79	730,12
Mois	727,82	727,95	727,84	727,73	727,48	727,18	727,15	727,46	727,85
	Température.								
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	+13,81	+15,75	+17,81	+17,37	+18,37	+18,26	+16,81	+15,35	+14,43
2e »	+12,74	+15,11	+17,00	+18,16	+18,73	+19,12	+17,93	+15,81	+14,55
3e »	+13,14	+16,31	+18,22	+19,36	+19,65	+19,85	+19,11	+17,26	+15,59
Mois	+13,23	+15,72	+17,68	+18,30	+18,92	+19,08	+17,95	+16,14	+14,86
	Tension de la vapeur.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	10,56	10,59	10,96	10,52	10,44	9,95	10,10	10,13	10,19
2e »	9,78	9,87	9,88	9,10	9,38	9,52	9,79	9,98	9,88
3e »	9,15	9,77	9,58	9,09	9,16	9,19	9,31	9,28	9,26
Mois	9,93	10,08	10,14	9,67	9,66	9,55	9,83	9,90	9,88
	Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade,	832	791	724	729	680	656	536	809	852
2e »	889	775	681	610	589	581	644	747	802
3e »	821	707	615	540	543	532	563	626	696
Mois	864	758	674	626	604	591	648	727	783

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moyenne du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		°	mm	p.
1re décade,	+11,52	+20,38	0,75	14,16	75,9	48,2
2e »	+10,68	+20,14	0,62	12,57	23,4	60,0
3e »	+10,20	+21,16	0,46	17,22	7,9	63,0
Mois	+10,80	+20,56	0,61	14,73	107,2	57,0

Dans ce mois, l'air a été calme 1 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,15 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 39°,8 O. et son intensité est égale à 13 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JUIN 1864.

Le 7, à 3 h. $^1/_2$ du soir, éclairs fréquents et tonnerres dans la direction de l'Ouest : pluie mêlée de grêle pendant environ un quart d'heure

12, à 3 h. du soir, un coup de tonnerre dans la direction NE : pluie pendant un quart d'heure.

23, orage de 4 h. $^1/_2$ à 5 h. $^1/_2$, puis à 9 h. ; 10 à 12 éclairs et coups tonnerre avec un peu de grêle. La foudre est tombée tout près de l'hospice.

Dans la nuit du 23 au 24 la glace a entièrement disparu sur le lac.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Ecart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température, C. Moyenne des 24 heures.	Température, C. Ecart avec la température normale.	Température, C. Minimum.[1]	Température, C. Maximum.[1]	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures	Vent dominant	Clarté moy. du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	mm	mm			
1	565,76	+ 0,51	564,92	566,24	+ 1,17	— 1,27	+ 0,4	+ 2,7	.....	95,3	10	SO. 1	1,00
2	562,39	— 2,96	561,44	563,57	+ 0,88	— 1,68	+ 0,2	+ 2,2	.....	25,7	19	NE. 2	1,00
3	564,97	— 0,48	564,20	565,48	+ 4,33	+ 1,65	+ 0,4	+ 7,4	.....	.....	.....	NE. 1	0,67
4	566,45	+ 0,90	565,17	567,66	+ 5,81	+ 3,01	+ 4,0	+ 9,1	.....	.....	.....	variable	0,80
5	568,56	+ 2,90	567,92	569,23	+ 6,25	+ 3,33	+ 4,0	+ 9,2	.....	.....	.....	variable	0,61
6	569,56	+ 3,80	569,12	569,88	+ 8,19	+ 5,15	+ 4,8	+10,9	.....	.....	.....	SO. 1	0,68
7	565,57	— 0,29	564,70	567,28	+ 3,97	+ 0,81	+ 2,0	+ 6,7	.....	14,4	1	SO. 2	1,00
8	564,49	— 1,46	564,06	565,15	+ 1,65	— 1,62	+ 0,7	+ 3,6	.....	.....	.....	NE. 2	1,00
9	562,93	— 3,12	561,09	564,39	+ 1,90	— 1,48	— 0,4	+ 5,3	.....	4,5	1	NE. 1	0,81
10	560,79	— 5,36	558,69	562,78	— 3,05	— 6,54	— 3,8	— 1,7	50	17,2	24	NE. 2	1,00
11	564,54	— 1,71	563,81	564,83	+ 0,10	— 3,19	— 1,9	+ 3,7	27	6,5	4	NE. 1	0,93
12	564,16	— 2,18	563,83	564,61	+ 6,04	+ 2,34	+ 2,6	+10,7	.....	.....	.....	NE. 1	0,52
13	563,98	— 2,45	563,65	564,39	+ 3,35	— 0,46	+ 3,0	+ 3,7	.....	42,6	7	SO. 1	1,00
14	562,13	— 4,39	561,49	562,75	+ 2,70	— 1,21	+ 2,2	+ 3,2	.....	32,3	10	SO. 2	1,00
15	562,19	— 4,42	560,82	563,33	+ 0,16	— 3,85	— 1,6	+ 2,9	.....	.....	.....	NE. 1	0,99
16	565,78	— 0,92	563,70	568,34	+ 0,71	— 3,40	— 3,2	+ 3,3	.....	.....	.....	NE. 2	0,72
17	570,23	+ 3,41	568,82	571,31	+ 2,17	— 2,04	+ 1,2	+ 4,5	.....	.....	.....	NE. 3	0,99
18	571,30	+ 4,42	570,76	572,00	+ 5,01	+ 0,71	+ 3,3	+ 7,1	.....	.....	.....	NE. 1	0,31
19	571,32	+ 4,35	571,06	571,58	+ 3,23	— 1,16	+ 1,3	+ 6,0	.....	.....	.....	NE. 2	0,93
20	571,66	+ 4,61	570,98	572,06	+ 3,84	— 0,64	+ 0,3	+ 6,6	.....	.....	.....	NE. 2	0,29
21	571,07	+ 3,94	570,90	571,22	+ 6,66	+ 2,09	+ 3,6	+ 9,9	.....	.....	.....	NE. 2	0,06
22	571,40	+ 4,19	570,94	572,11	+ 6,28	+ 1,62	+ 3,9	+ 9,0	.....	.....	.....	NE. 1	0,32
23	571,41	+ 4,12	570,96	571,80	+ 8,86	+ 4,12	+ 6,0	+12,4	.....	12,3	7	SO. 1	0,51
24	571,10	+ 3,73	570,34	571,34	+ 4,48	— 0,34	+ 3,1	+ 6,6	.....	.....	.....	NE. 1	0,91
25	571,20	+ 3,75	571,00	571,50	+ 5,42	+ 0,52	+ 1,9	+ 8,7	.....	.....	.....	NE. 1	0,16
26	568,19	+ 0,67	567,15	569,31	+ 6,19	+ 1,22	+ 3,6	+ 9,6	.....	.....	.....	NE. 1	0,52
27	563,81	— 3,78	563,44	564,82	+ 0,38	— 4,67	— 3,6	+ 5,8	.....	15,0	8	NE. 3	0,94
28	566,10	— 1,56	564,38	567,84	— 4,07	— 9,19	— 5,0	— 2,1	.....	.....	.....	NE. 2	0,89
29	567,86	+ 0,13	567,50	568,21	— 0,83	— 6,02	— 4,9	+ 2,1	.....	.....	.....	NE. 1	0,77
30	566,85	— 0,95	566,24	567,32	+ 2,25	— 3,01	— 0,6	+ 4,7	.....	13,7	7	NE. 1	0,96

[1] Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. du matin à 10 h. du soir, les thermomètrographes étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS DE JUIN 1864.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s	8 h. s.	10 h. s.
	Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	565,04	565,13	565,14	565,23	565,15	565,07	565,08	565,16	565,39
2e »	566,04	566,39	566,41	566,64	566,73	566,89	567,01	567,17	567,35
3e »	568,76	568,90	569,00	569,00	568,90	568,84	568,81	568,90	569,05
Mois	566,61	566,81	566,85	566,96	566,93	566,93	566,96	567,08	567,26
	Température.								
1re décade,	+ 1°,85	+ 3°,19	+ 4°,19	+ 4°,75	+ 4°,93	+ 4°,61	+ 3°,86	+ 3°,14	+ 2°,65
2e »	+ 1,51	+ 3,42	+ 3,82	+ 4,63	+ 4,73	+ 3,91	+ 2,98	+ 2,14	+ 2,02
3e »	+ 1,75	+ 3,70	+ 5,04	+ 6,09	+ 5,88	+ 5,29	+ 3,96	+ 3,02	+ 2,70
Mois	+ 1,70	+ 3,44	+ 4,35	+ 5,16	+ 5,18	+ 4,60	+ 3,60	+ 2,77	+ 2,46

	Min. observé.[1]	Max. observé.[1]	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	mm
1re décade,	+ 1,23	+ 5,54	0,86	157,1	50
2e »	+ 0,72	+ 5,17	0,77	81,4	27
3e »	+ 0,80	+ 6,67	0,61	41,0	0
Mois	+ 0,92	+ 5,79	0,74	279,5	77

Dans ce mois, l'air a été calme 10 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 4,86 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45°E., et son intensité est égale à 83 sur 100.

[1] Voir la note du tableau.

NOTICE SUR LE

BULLETIN MÉTÉOROLOGIQUE DE L'OBSERVATOIRE

DU COLLÉGE ROMAIN

et sur

DIVERS TRAVAUX RÉCENTS RELATIFS AUX ÉTOILES FILANTES.

C'est à partir du 1er mars 1862, qu'a commencé à paraître à Rome, de 15 en 15 jours, par feuilles de format grand in-4°, le nouveau journal météorologique publié en italien par le père Angelo Secchi. Ce savant directeur actuel de l'Observatoire du Collége romain a imprimé à cet établissement, depuis 1850, une grande activité, soit sous le rapport des observations astronomiques, soit sous celui des observations magnétiques et météorologiques. J'ai donné dans le cahier d'avril 1857 de nos *Archives*, une analyse de trois volumes in-quarto de Mémoires de cet Observatoire, publiés par lui de 1851 à 1856; dès lors, outre la continuation de la publication des *Annales* de cet établissement, le P. Secchi a fait un grand nombre de communications occasionnelles à divers journaux scientifiques. Je me propose de donner ici un léger aperçu du but qu'il a eu en vue par la publication de son *Bulletin météorologique*, et de quelques-uns des articles contenus dans les deux premières années de ce journal. J'ajouterai à l'analyse

d'un mémoire sur les étoiles filantes, qui y est compris, quelques détails sur d'autres travaux récents sur le même sujet.

On trouve en tête de ce recueil une dédicace de l'auteur au prince Baldassarre Boncompagni, dont la générosité a facilité cette publication, et qui en est comme le patron.

Plan de ce Bulletin et détails y relatifs.

Le *Bulletin* est destiné : 1° à contenir dans leurs détails les observations météorologiques et magnétiques faites dans l'observatoire du Collége romain, ainsi qu'une revue météorologique de chaque mois, soit pour cette localité, soit pour les contrées voisines ; 2° à recevoir des communications détaillées des observations du même genre faites ailleurs, et principalement en Italie, ainsi que des extraits de correspondance qui s'y rapportent ; 3° à renfermer divers mémoires du P. Secchi sur les mêmes sujets, et occasionnellement aussi des communications astronomiques. Depuis le commencement de l'année actuelle ce *Bulletin* ne paraît qu'une seule fois par mois, mais le plan en reste d'ailleurs le même.

L'Observatoire du Collége romain est situé sur l'église de St Ignace, contigue à ce collége, à une hauteur de 41 mètres au-dessus du sol et de $58^m\ ^1/_2$ au-dessus du niveau de la mer. Cette station se trouve presque au centre de la Rome moderne, dans la partie la plus basse de la vallée du Tibre, qui constitue l'antique Champ-de-Mars. Les heures d'observations météorologiques adoptées depuis plus de 38 ans, sont 7 h. du matin, midi, 3 h. et 9 h. du soir. Les tableaux mensuels comprennent les observations du baromètre, évaluées en millimètres

et réduites à 0° de température et au niveau de la mer; celles des thermomètres centigrades, tant pour les heures fixes que pour les *maxima* et *minima* diurnes; celles de la force et de la direction du vent, obtenues au moyen d'un anémographe dont la girouette est élevée de 46m au-dessus du sol; celles de l'humidité relative et absolue, déduites de la comparaison des thermomètres à boules sèche et humide. On y note aussi l'état du ciel, la pluie en 24 h., l'évaporation, à l'aide d'un vase d'eau placé à l'air libre, et la radiation solaire, au moyen d'un thermomètre à boule noire observé à midi en temps serein. Les tableaux d'observations magnétiques et électriques comprennent celles faites trois fois par jour au declinomètre et à l'appareil vertical, neuf fois par jour au magnétomètre bifilaire et à l'appareil pour mesurer l'électricité atmosphérique; ce dernier instrument a été construit d'après celui de M. le professeur Louis Palmieri, directeur de l'observatoire météorologique établi sur le Vésuve.

Les premiers numéros du *Bulletin* renferment, entre autres, une description détaillée des instruments employés; celle de l'appareil électro-atmosphérique de M. Palmieri est accompagnée d'une figure.

Outre les observations météorologiques faites à Rome, les deux premières années du *Bulletin* contiennent déjà bien des communications intéressantes sur la climatologie d'un grand nombre d'autres stations, telles que Milan, Turin, Alexandrie, Gênes, Vérone, Brescia, Bologne, Forli, Urbino et Naples en Italie; Greenwich et Stonyhurst en Angleterre; Toulouse, Bruxelles, Udine, Cracovie, Pétersbourg, Catherinenbourg, Madrid, Léon, Oviedo, Malte, le Grand-St-Bernard et Genève dans le reste de l'Europe;

Washington, New-York, Guatimala et la Havane en Amérique ; Colombo dans l'île de Ceylan, Graham's Town, au cap de Bonne-Espérance, Port-Louis (île Maurice) et Auckland dans la Nouvelle-Zélande. On trouve aussi dans ce recueil des lettres relatives à divers points de physique terrestre, de plusieurs correspondants, au nombre desquels je dois citer MM. Zantedeschi, Capelli, Schiaparelli, Serpieri, Palmieri, Jansen, Kupffer, Kæmtz, Plantamour et Dufour.

Quant aux mémoires spéciaux du P. Secchi, qu'il a successivement publiés par fragments dans son *Bulletin*, ils sont déjà au nombre de sept principaux, qui ont pour objet : la distribution de la pression atmosphérique, la connexion entre les variations magnétiques et météorologiques, les étoiles filantes, l'influence du soleil sur l'atmosphère terrestre, les spectres prismatiques de la lumière des corps célestes, la théorie des taches solaires de Kirchhoff, et de nouvelles recherches magnéto-électriques. Je me bornerai, en ce moment, à donner une rapide analyse des deux premiers de ces mémoires, en entrant dans quelques développements de plus au sujet du troisième.

Distribution de la pression atmosphérique.

La distribution de la pression atmosphérique sur l'Europe en janvier et février 1862 a été étudiée par le P. Secchi, dans un mémoire qui occupe une partie des numéros 3, 12, 13 et 14 du Ier volume de son *Bulletin ;* le sujet des grandes ondes atmosphériques, qui se manifestent surtout dans les mois d'hiver, a déjà été traité, soit par M. Quetelet dans les *Annales de l'Observatoire de Bruxelles*, soit par M. Birt dans divers mé-

moires[1]. Les observations météorologiques faites en divers points des États pontificaux, et surtout la correspondance télégraphico-météorologique publiée à l'Observatoire de Paris sous la direction de M. Le Verrier, ont procuré au P. Secchi des matériaux qui lui ont permis de traiter de nouveau ce sujet, et de discuter en détail la marche suivie en Europe par les grandes oscillations atmosphériques des deux premiers mois de 1862. Je rapporterai ici les conclusions que l'auteur en a tirées.

« Il me paraît, dit-il, résulter évidemment de cet essai de discussion, que les deux théories rivales pour rendre raison des tempêtes (burraschi), savoir celle des grandes ondes et celle des tourbillons ou *ciclones*, peuvent être vraies l'une et l'autre, dans leurs limites respectives. La structure ondulée, sans mouvement de rotation prononcé, paraît prévaloir dans les grandes oscillations, tandis que dans les petites, à défaut d'autres faits bien constatés, le mouvement rotatoire existe sûrement. Ce dernier mouvement, sur une surface libre comme celle de la mer, peut s'étendre régulièrement sur de vastes espaces, tandis que les continents lui opposent de grands obstacles, qui l'empêchent de se propager au loin. Il doit en résulter que plusieurs tempêtes de la seconde espèce se transforment en celles de la première, spécialement en Europe. Un essai de discussion d'une ou deux tempêtes déjà fait par Loomis, l'a conduit à admettre que celles d'Europe sont indépendantes de celles d'Amérique, et que ces dernières paraissent gé-

[1] Voyez ma première Notice sur l'Observatoire de Bruxelles (*Archives de la Bibliothèque universelle*, cahier de février 1854, t. XXV, p. 41). Les mémoires de M. Birt ont paru dans les *Rapports de l'Association britannique pour l'avancement des sciences.*

néralement ne pas traverser l'Océan Atlantique. En réfléchissant à la petite hauteur de l'atmosphère (80 lieues au plus), ou du moins de la partie qui paraît affectée par des tempêtes, on conçoit facilement que des ruptures d'équilibre, qui s'élèvent parfois à un treizième de la pression totale, ne peuvent avoir lieu sans de notables transports de masses d'air, de lieu en lieu, par de forts courants de vent. Les oscillations atmosphériques d'un certain point sont liées ainsi avec celles d'un autre, en sorte que le vent devient l'élément le plus important pour connaître le circuit des modifications de l'atmosphère et la liaison de son état avec la pression barométrique. »

Le P. Secchi est revenu sur le même sujet dans le n° 24 de la seconde année de son *Bulletin* ; ainsi que dans le n° 2 de l'année actuelle, à propos des tempêtes du mois de décembre 1863 et de leur marche à travers l'Europe. Il a inséré dans ce dernier numéro une lettre de M. le professeur Plantamour, qui lui fournit de nouvelles données, résultant des observations faites à cette époque à Genève, au Grand-St-Bernard et au Simplon. M. Plantamour regarde cette étude des ondes atmosphériques comme une des plus importantes dans l'état actuel de la météorologie. « On arriverait probablement, dit-il, à des résultats très-instructifs, si l'on pouvait tracer sur une carte une ligne passant par tous les points qui se trouvent simultanément sous la crête de l'une de ces ondes (ayant par conséquent le *maximum* de pression), et par ceux qui se trouvent simultanément sous le creux de l'onde (ayant ainsi le *minimum* de pression) ; puis si l'on comparait l'amplitude de l'onde, soit dans le sens parallèle à la surface, soit dans le sens vertical, en prenant

la différence entre le *maximum* et le *minimum*, en y joignant la comparaison des températures et des vents. Mais cette étude exige qu'il y ait un nombre suffisant de stations où les observations se fassent à des intervalles réguliers et rapprochés, pour que dans chacune d'elles la marche de l'onde puisse être suivie en détail.»

La comparaison que fait le P. Secchi, dans ce même numéro, des heures des *minima* barométriques à Greenwich, Genève et Rome, lors de la tempête du 2 au 4 décembre, manifeste bien l'influence retardatrice de la chaîne des Alpes pour la propagation des ondes atmosphériques, influence déjà signalée par Loomis. Dans cette tempête, les *minima* ont mis 8 heures à se propager de Greenwich à Genève, et de 13 à 22 h. de Genève à Rome, quoique la distance soit à peu près la même. Dans la tempête du 23 décembre, il s'est écoulé 15 h. entre les époques de *minimum* à Genève et à Rome, et les *minima* au St-Bernard et au Simplon ont eu lieu aussi postérieurement à celui de Genève. Les nombreuses stations d'observations météorologiques établies, maintenant, dans toute la Suisse, fourniront, sans doute, sous ce rapport comme sous beaucoup d'autres, de précieux matériaux scientifiques.

Connexion des variations magnétiques et météorologiques.

Le second mémoire du P. Secchi inséré dans son *Bulletin* a pour objet la *Connexion des variations magnétiques avec les variations météorologiques*. Il commence au n° 5 du t. Ier, en continuant par fragments successifs jusqu'au n° 24 et dernier du même volume, et se termine au n° 8 du IIe. Il est subdivisé en quatre parties ; la première,

contenant trois paragraphes, est relative à l'électricité atmosphérique; la seconde, de neuf paragraphes, a pour objet les courants électriques terrestres; la troisième, subdivisée en onze paragraphes, traite des causes des perturbations magnétiques; la quatrième, enfin, est relative aux aurores boréales. Ce mémoire renferme des développements intéressants, mais il ne serait guère possible d'en donner ici une exposition détaillée. Je me bornerai donc encore à en présenter un résumé succinct, extrait en grande partie de la conclusion du mémoire lui-même.

Il résulte évidemment, selon le P. Secchi, des faits exposés dans la seconde et la troisième partie du dit mémoire, qu'il existe une relation réciproque entre les variations magnétiques et météorologiques. Ce qui le prouve, ce sont : 1° les grandes variations, surtout dans l'intensité magnétique, observées pendant les orages; 2° les irrégularités magnétiques permanentes dans les périodes de dérangement de temps; 3° les grandes dépressions qui ont lieu, spécialement dans le magnétomètre bifilaire, avant les grandes tempêtes, ou en général au moment de quelque grand changement de temps, soit au commencement, soit à la fin de la perturbation atmosphérique; 4° les variations du magnétomètre bifilaire, qui sont particulièrement en rapport avec les vents; 5° les phénomènes de l'aurore boréale, qui sont aussi en rapport avec les variations du temps.

L'auteur cite, en confirmation de ces assertions, les opinions analogues émises par plusieurs anciens physiciens La fréquence des coïncidences indiquées ci-dessus, et qui ont été assiduement observées, depuis quelques années, à l'Observatoire du Collége romain, ne permet

pas de les regarder comme accidentelles ; et on ne peut les expliquer par les seules variations de température, soit dans les instruments, soit dans l'atmosphère.

Le P. Secchi fait voir, ensuite, que l'électricité atmosphérique est l'anneau immédiat de la connexion dont il s'agit. Il admet, entre autres, complétement, avec M. de la Rive, que l'aurore boréale est un phénomène dû à l'électricité accumulée produite dans les basses latitudes et portée par les vents dans les régions polaires. Il attribue la grande tension qui rend cette électricité lumineuse, soit au choc que subissent par le mouvement de l'air les particules glacées, soit au changement d'état de la vapeur d'eau en passant à l'état solide, soit, enfin, à l'induction électrique de l'atmosphère elle-même, opérant sur les particules glacées pendant leur chute.

L'auteur examine quelle est la source de l'électricité qui circule dans le sol. Il la croit principalement due à ce qu'il nomme les précipitations atmosphériques, et surtout à la pluie, dont la chute amène en terre une immense quantité de fluide électrique, qui de la surface où elle tombe, doit radier tout autour en forme de courant, pour rétablir l'équilibre. Les pluies présentant généralement, ou créant autour d'elles une électricité négative, on comprend la forte dépression de l'intensité magnétique et du magnétomètre bifilaire qui précède les orages et les tempêtes. La rosée est aussi un véhicule d'électricité, et cela peut expliquer les périodes de perturbations locales, en montrant pourquoi elles sont plus fréquentes à certaines heures, dans quelques climats, que dans d'autres. L'aurore boréale peut encore amener en terre de l'électricité, entre autres par la chute de parti-

cules glacées qui l'accompagne fréquemment, et par le changement d'état qu'éprouve alors la vapeur aqueuse, en passant subitement de l'état gazeux à l'état solide.

Les aurores boréales qui ont été, comme celles d'août et de septembre 1859, observées simultanément dans les deux hémisphères, donnent l'idée de la grande étendue que peuvent avoir ces manifestations électriques et météorologiques. Le P. Secchi ne croit pas nécessaire, cependant, pour en rendre raison, d'admettre qu'une même cause météorologique agisse alors simultanément sur les deux hémisphères ; il suffit que l'équilibre électrique soit fortement troublé dans une grande portion d'un hémisphère, pour provoquer, par induction, des manifestations semblables dans l'autre. Il ne nie pas, cependant, que dans ces cas grandioses la modification atmosphérique ne puisse provenir de causes d'un ordre supérieur, telles que l'action du soleil et celle de l'intérieur du globe terrestre.

Quant à l'action du soleil, l'auteur conçoit fort bien qu'un changement notable dans l'incandescence ou l'activité de ce grand corps, manifesté par la variation de son état photosphérique, doive réagir, au moins indirectement, sur tout le système solaire. La période à peu près décennale des variations de la force magnétique terrestre, découverte par MM. Sabine et Lamont, bien des années après que M. Schwabe avait reconnu une période de variation analogue dans les taches du soleil ; la coïncidence de ces deux périodes signalée d'abord par M. Sabine, et constatée de plus en plus par les recherches persévérantes de M. Wolf : tous ces faits tendent à prouver une action magnétique du soleil. «Cet astre, dit le P. Secchi, peut agir ainsi sur le globe terrestre, soit

directement, comme corps magnétique, ou enveloppé de forts courants électriques, soit comme une cause calorifique qui trouble l'équilibre des courants terrestres; soit, enfin, par l'intermédiaire des variations météorologiques de notre atmosphère. Si l'on considère la régularité et la marche moyenne des variations magnétiques, la première opinion semble la plus plausible, mais elle est assez ébranlée quand on examine les détails des influences diverses; et après l'avoir soutenue, nous avons été forcé, au moins dans la pluralité des cas, d'admettre une action indirecte du soleil. L'élément électrique, mis en mouvement dans les variations météorologiques, nous a paru avoir été trop négligé dans cette recherche, et nous avons vu trop de preuves de son influence pour pouvoir l'exclure. D'ailleurs, cette influence n'est point contradictoire avec celle de la première espèce, parce que les variations météorologiques se compensent dans leurs effets moyens; le soleil opère alors comme une cause d'ordre astronomique sur les grands phénomènes de la nature, même sur ceux où son action est manifestement indirecte, comme nous le voyons, par exemple, dans le mouvement des zones des vents alisés et des calmes, qui oscillent sur notre globe avec une précision presque astronomique. On peut comprendre que d'habiles physiciens, se fondant sur ces moyennes, soient arrivés à des conclusions contraires aux nôtres; mais s'ils avaient employé, comme nous, une méthode de discussion graphique comparative, au lieu d'accuser nos procédés d'inexactitude, ils seraient arrivés à des conclusions analogues aux nôtres, quoiqu'elles pussent être différentes, comme le sont les périodes climatériques en divers pays.

« L'action intérieure du globe terrestre peut entrer encore en ligne de compte comme cause de ses variations magnétiques. Le fait observé au Chili que l'excursion magnétique manque souvent avant les secousses de tremblement de terre, présente de l'importance sous ce rapport, et nous pouvons y ajouter d'autres faits du même ordre.

« Notre thèse n'est point exclusive, mais simplement affirmative, en tant que nous croyons qu'un grand nombre des variations magnétiques irrégulières, qui sont restées problématiques jusqu'à présent, peuvent être expliquées par l'action de simples phénomènes météorologiques et par le rôle qu'y joue l'électricité. Nous sommes même disposé à admettre que les variations régulières peuvent être attribuées à la même cause. Nous espérons que de nouvelles études des faits envisagés sous cet aspect seront entreprises ; outre leur intérêt sous le rapport théorique, elles peuvent être très-utiles dans la pratique pour l'annonce des tempêtes faite à l'avance. »

J'ai rapporté la conclusion du mémoire précédent du P. Secchi, soit parce qu'elle présente un intéressant résumé de son travail, soit parce que l'auteur y fait allusion à des objections faites à la connexion intime qu'il établit, d'après ses observations à Rome, entre les variations météorologiques et magnétiques. M. John Allan Broun, directeur de l'Observatoire de Trevandrum aux Indes orientales, a adressé à ce sujet à l'Académie des sciences de Paris un petit mémoire, inséré dans le *Compte rendu* de la séance du 23 mars 1863. Il y expose les résultats, fort différents de ceux du P. Secchi, qu'il a obtenus en recherchant l'influence du vent et des bourrasques sur le magnétomètre bifilaire, d'après les

observations faites à Trevandrum en 1844 et 1845. Il regarde finalement les perturbations magnétiques comme tout à fait indépendantes de la force du vent, et il croit que le P. Secchi serait arrivé à la même conclusion, s'il avait préalablement corrigé ses observations des effets de la température sur l'aimant.

Il semblerait, d'après ces objections, qu'on doit suspendre encore son opinion sur ce sujet, et attendre, de part et d'autre, de plus longues séries d'observations, convenablement réduites, avant qu'on puisse se prononcer définitivement. Mais il n'en paraît pas moins probable, d'après les observations et les développements du P. Secchi sur ce sujet, qu'il y a réellement quelque liaison entre les phénomènes météorologiques et magnétiques.

Recherches sur les étoiles filantes.

Le troisième mémoire du P. Secchi publié dans son *Bulletin*, a été inséré dans le n° du 30 septembre 1862. Il est relatif à des expériences sur les étoiles tombantes, faites à l'Observatoire du Collége romain en août 1861. L'apparition extraordinaire de ces météores lumineux qui a lieu vers le 10 août, et que M. Quetelet a été le premier à signaler, a fait l'objet cette année-là au Collége romain d'un système d'observations correspondantes, par voie télégraphique, propre à mieux étudier et caractériser ce phénomène. Déjà en 1851, M. Heis avait fait un essai de ce genre, entre Aix-la-Chapelle et Elberstadt, mais la distance entre les deux stations était insuffisante. Celle entre Civita-Vecchia et le Collége romain est de 65 kilomètres en ligne droite, la première de ces stations, vue depuis l'autre, se trouvant à l'azimut de 70°, à partir du nord, du côté de l'ouest.

L'ingénieur Auguste Statuti s'est chargé d'observer à Civita-Vecchia les étoiles filantes, dans la partie du ciel comprise entre le nord-ouest, l'est et le sud-est, tandis que l'observation était étendue à Rome sur tout le ciel. Les directeurs des télégraphes pontificaux ont favorisé l'entreprise, et divers fonctionnaires ont assisté aux opérations et les ont facilitées. On est convenu que du 4 au 11 août on ferait aux deux stations des observations simultanées, en notant à chacune d'elles les lieux et les instants des apparitions, d'après des pendules réglées le midi précédent par voie télégraphique. Dans les soirées où l'on pouvait disposer du télégraphe électrique, on devait en chaque station donner avis à l'autre de chaque apparition d'étoile, par une simple pression de bouton qui servait à constater la simultanéité de la dite étoile, et la première soirée a suffi pour mettre hors de doute cette identité dans plusieurs cas. Le 10 et le 11 on a, de plus, signalé télégraphiquement à Rome le lieu de chaque apparition d'étoile, et on s'est attaché surtout à déterminer ce lieu avec précision, pour celles qui apparaissaient au même instant en chaque station.

La diversité de position dans le ciel, suivant qu'on observait une même étoile filante à l'une ou à l'autre station, a été plus grande pour celles de ces étoiles qui ont paru près du zénith que pour celles qui étaient plus basses. Le déplacement azimutal de celles de ces dernières qui ont paru à peu près dans la direction des deux stations était petit, tandis qu'il était bien plus grand dans la direction perpendiculaire à celle-là. Celles du côté du levant paraissaient généralement plus hautes à Rome qu'à Civita-Vecchia, et celles au couchant plus basses. Près du zénith, la parallaxe, ou la différence des angles de

hauteur d'une même étoile observée en chaque station, n'a jamais été moindre de 20 à 30 degrés, et elle a été souvent plus grande.

Il résulte de ces faits que les étoiles tombantes de l'époque d'août ne sont pas très-élevées. En admettant une parallaxe moyenne d'environ 35 degrés près du zénith, ce qui s'écarte peu de la vérité, leur hauteur serait d'environ 50 kilomètres, et la limite de 20 degrés donnerait une élévation au-dessus du sol de 180 kilomètres, de sorte qu'elle serait encore bien en deçà de la limite de hauteur de notre atmosphère, que M. Liais estime être de 340 kilomètres.

Quant à la direction de ces étoiles, le prolongement des trajectoires de la plupart d'entre elles a convergé, d'après le P. Secchi, vers un point du ciel assez restreint, situé dans la région de Céphée et de Cassiopée. Leur nombre a été notablement plus grand dans la nuit du 10 août, ce qui tend à démontrer que ce phénomène est plutôt cosmique que météorologique.

Le sujet des étoiles filantes ayant fait l'objet, dans ces derniers temps, des recherches de divers autres savants, je profiterai de cette occasion pour en présenter aussi une analyse succincte.

Je commencerai par les déterminations concernant les hauteurs de ces étoiles au-dessus de la surface terrestre, qu'on doit joindre à celles du P. Secchi.

D'après un article du *Bulletin météorologique* de l'Observatoire de Paris, publié en 1863 par M. Le Verrier, les astronomes de cet observatoire ont fait, en 1855, une série d'observations simultanées d'étoiles filantes à Paris et à Orléans. L'identité de cinq ou six de ces corps a été

constatée. Tous étaient à de très-grandes distances, et quelques-uns se trouvaient à plus de cent lieues de hauteur.

M. Alexandre Herschel, fils de sir John, s'est occupé, sous ce rapport, des étoiles filantes du mois d'août 1863. D'après une Note de lui insérée dans le n° 9 du t. XVI du *Bulletin de l'Académie de Bruxelles*, cinq de ces étoiles, dont l'éclat était comparable à celui de Vénus ou d'étoiles de première grandeur, observées le 10 août en divers points du sud et de l'est de l'Angleterre, avaient leur hauteur comprise entre 70 et 131 milles anglais (de 1609 mètres) au commencement de leur apparition, et entre 52 et 73 milles à la fin de cette même apparition ; leur vitesse par seconde était de 35 à 75 milles. Un beau météore de ce genre, dont l'éclat était égal à celui de Jupiter, a paru le 8 août en Belgique à une hauteur de 131 milles, et s'est abaissé jusqu'à 61 milles au-dessus de la mer entre le Havre et la côte anglaise de Sussex. Le 11 août un beau bolide, éclairant tout le voisinage de Ramsgate, a passé en moins d'une seconde et demie, de 122 à 86 milles de hauteur, et a éclaté sans détonation.

Le Dr Heis de Münster, qui s'occupe depuis longtemps de ces météores, a aussi observé les étoiles filantes du 8 au 14 août 1863, avec vingt jeunes étudiants, et a adressé à ce sujet une lettre à M. Faye, dont ce dernier a communiqué la traduction à l'Académie des sciences de Paris, dans sa séance du 14 septembre de la même année. Le nombre de ces étoiles était si grand, le 10 août, que l'on n'a pu tenir compte des petites. A l'œil nu, la durée des traînées de ces étoiles a été estimée de 7 à 43 secondes, mais avec un chercheur de comètes M. Heis a

pu en observer une pendant 55 secondes, une autre pendant une minute, et une troisième pendant 2 minutes 48 secondes. Large au commencement, la traînée se courbait ensuite et semblait se nouer, puis se déchirait en tronçon et s'évanouissait. La plupart de ces étoiles avaient leur point de divergence dans la constellation de Persée, en un point déjà précédemment déterminé par M. Heis. Il avait organisé pour cette période un assez grand nombre de stations correspondantes, soit dans les provinces rhénanes, soit en Westphalie et à Francfort-sur-le-Mein. Le calcul de six de ces étoiles, observées le 8 et le 11 août, et dont l'identité en deux stations a pu être constatée, lui a donné de 104 à 182 kilomètres pour leur hauteur au commencement de leur apparition, et de 41 à 126 kilomètres pour leur hauteur finale.

Travaux de M. Coulvier-Gravier.

Je dois dire, maintenant, quelques mots sur les travaux persévérants de M. Coulvier-Gravier relatifs aux étoiles filantes. Il a entrepris, depuis 1841, un journal quotidien, où il inscrit chaque nuit le nombre de ces météores observés et leur direction dans le ciel. Il en compte, en moyenne, environ dix par heure, savoir 7 par heure de 7 heures du soir à minuit, et 14 par heure de minuit à 7 heures du matin. Le nombre par heure s'élève à 60 en moyenne dans les nuits des 9, 10 et 11 août. D'une année à l'autre ces quantités varient, mais avec une certaine régularité. M. Coulvier-Gravier a publié à Paris, en 1863, un *Précis des recherches sur les météores et les lois qui les régissent*, dans lequel il expose, entre autres, ses idées sur l'utilité de l'observation des étoiles filantes comme indice précurseur de la pluie ou du beau

temps. A l'en croire, tous les changements de temps se révéleraient plusieurs jours à l'avance par les perturbations qu'éprouvent ces étoiles. Leur nombre, leur couleur, leur changement de direction, leurs traînées et leur vitesse seraient autant d'indices pour l'observateur expérimenté. La résultante des directions de ces étoiles dans une nuit donne déjà, selon lui, des indications précieuses. Est-elle dirigée vers le nord, elle annonce un temps froid ; vers le sud, elle annonce des chaleurs. Quand la trajectoire que ces étoiles parcourent est courbe ou brisée, il y a une seconde résultante qui doit être combinée avec la première. Les deux résultantes sont-elles concordantes, la chaleur ou le froid sera d'autant plus sensible ; sont-elles divergentes, elles se neutraliseront l'une l'autre. Enfin, l'auteur a remarqué, après bien des années d'observations et de calculs, que les résultats acquis au 30 avril, ou dans les quatre premiers mois de l'année, étaient identiques avec ceux de l'année entière, en sorte que dès le mois de mai il est possible de dire si l'année sera chaude, ou froide, sèche ou pluvieuse. Si l'observateur voit un soir les étoiles filantes marcher en ligne droite et fournir une longue course avant de s'éteindre, cela dénote la tranquillité des couches supérieures de l'atmosphère ; alors le calme continuera sur la terre ou s'y rétablira bientôt. Si, au contraire, les étoiles filent avec rapidité, durent peu ou sont déviées de leur route, c'est un signe certain que la tranquillité ne tardera pas à être troublée. Les changements de couleur sont encore un signe de perturbation. Ces étoiles sont ordinairement blanches, mais il y en a de rouges, de jaunes, de bleues et de vertes. Un seul météore qui s'avance par saccades suffirait, suivant l'au-

teur, à pronostiquer avec certitude une tempête violente à plusieurs jours de distance. Les étoiles qu'il nomme *mouillées*, parce qu'elles paraissent, par le plus beau ciel, comme noyées dans une masse d'eau, indiquent, quand elles sont nombreuses, des pluies abondantes, de même que celles qui s'éteignent au moment où elles paraissent. M. H. Blerzy observe, avec raison, ce me semble, dans un article sur ce sujet inséré dans le numéro de la *Revue des Deux-Mondes* du 1er septembre 1863, et d'où j'ai tiré la plupart des détails précédents, que l'absence d'une théorie qui puisse rendre raison de ces relations entre les phénomènes météoriques et météorologiques, se fait sentir ici d'une manière fâcheuse, en tant qu'il n'en résulte pas encore une confirmation de la réalité des dites relations.

M. Chapelas, gendre et collaborateur de M. Coulvier-Gravier, a lu à l'Académie des sciences de Paris, dans sa séance du 23 novembre 1863, une note dans laquelle, poursuivant les mêmes idées, il estime que les étoiles filantes peuvent servir à indiquer la direction et la force des divers courants qui les transportent, et qui règnent alors dans les hautes régions de l'atmosphère ; ce sont, selon lui, des girouettes ou des anémomètres des hautes régions. Leurs perturbations indiquent qu'elles ont rencontré sur leur route de nouveaux courants qui ont changé leur direction. D'après M. Chapelas, ce sont ces courants supérieurs qui ont une grande influence sur les oscillations barométriques ; et comme ce n'est que 36 à 40 heures après l'apparition de chacune de ces perturbations que l'oscillation barométrique correspondante se manifeste, il estime qu'on peut ainsi la connaître à l'avance.

Une commission de l'Académie, composée de MM. Regnault, Faye, Delaunay et Babinet, lui a fait le 7 mars 1864, par l'organe de ce dernier savant, un rapport sur les travaux de MM. Coulvier et Chapelas. La commission y approuve entièrement leurs communications en ce qui concerne les observations, et elle les encourage à les continuer avec la même assiduité et le même zèle. Elle pense qu'on pourra en tirer d'utiles déductions par rapport à la vitesse relative des météores et de la terre, aussi bien que sur la position et la richesse variable des diverses parties de l'ensemble des corps cosmiques qui nous donnent les étoiles filantes, les bolides et les pierres météoriques. Mais, quant à la connexion que M. Coulvier croit avoir trouvée entre la direction et les perturbations des étoiles filantes d'un côté, la marche du baromètre et les vents de l'autre, de manière à offrir un peu à l'avance des pronostics des modifications atmosphériques, la commission ne s'est pas trouvée assez éclairée pour se prononcer. Elle en appelle au temps et à des tableaux plus longtemps continués pour avoir un avis définitif.

Opinions sur les étoiles filantes de MM. Herschel, Quetelet, Newton et Haidinger.

Je vais, maintenant, extraire des Bulletins de l'Académie de Bruxelles quelques communications de divers savants relatives aux étoiles filantes, publiées par M. Quetelet.

Sir John Herschel admet la nécessité d'attribuer à ces phénomènes une origine cosmique, ne voyant nulle part une autre explication, tant soit peu admissible, de la persistance d'année en année du même point de rayon-

nement par rapport aux astres (B de la Girafe), ni leur récurrence si régulière au même jour de l'année (le 10 août), sinon par la rencontre de la terre avec un anneau de *quelque chose* circulant autour du soleil. Quant à leur grande élévation au-dessus de la terre, elle fait, dit-il, soupçonner une espèce d'atmosphère supérieure à l'atmosphère aérienne, plus légère et pour ainsi dire plus *ignée*.

M. Quetelet avait déjà émis l'opinion que l'atmosphère terrestre doit être beaucoup plus étendue qu'on ne le supposait généralement, et qu'elle se compose probablement d'une partie inférieure, très-mobile et où se passent la plupart des phénomènes météorologiques, et d'une partie supérieure beaucoup plus stable, peut-être d'une composition différente de celle de l'inférieure, qui est le lieu où se manifestent, en général, les aurores boréales et les étoiles filantes. M. Quetelet a fait remarquer, en effet, qu'il n'est aucun observateur qui puisse dire avoir touché une étoile filante, ou même avoir vu sa substance. Il y a aussi des bolides qui ont fait leur première apparition sous forme d'étoiles filantes et qui ont fini par offrir le même aspect, sans donner lieu à une chute d'aérolithes.

M. Alexandre Herschel, dans une lettre adressée à M. l'abbé Moigno, en date de Collingwood, 25 octobre 1863, s'exprime ainsi à ce sujet : « On se demande naturellement quelle est la nature de ces corpuscules planétaires, qui percent l'atmosphère dans les régions élevées, et qui sont détruits dès qu'ils parviennent dans les couches de densité sensible. Il me paraît nécessaire de distinguer les aérolithes de la classe des bolides et des étoiles filantes, à cause de la différence des phénomènes

de lumière et de pesanteur. Les étoiles filantes d'août dernier avaient un éclat remarquable, mais la hauteur de la disparition a été plus grande que jamais. Or, si ces étoiles étaient des corps solides, les plus brillantes auraient pénétré le plus bas dans l'atmosphère, ce qui n'a pas eu lieu. Il me semble donc, qu'elles doivent être classées avec les bolides, comme étant composées d'une matière pulvérulente, renfermant rarement quelques grains de sable tout formés au centre de la masse. Une telle agrégation de matière, sans agglutination, explique d'une manière satisfaisante la hauteur constante des disparitions, les extinctions soudaines, les étoiles filantes enveloppées, etc.

Dans un autre article de M. Alexandre Herschel sur le même sujet, inséré dans le n° d'avril 1864 des *Monthly Notices* de la Société astronomique de Londres, il rappelle la remarque d'Arago que la terre rencontre plus d'étoiles filantes en allant de l'aphélie au périhélie que du périhélie à l'aphélie, et il confirme cette remarque par le résultat de huit années d'observations de ces météores faites par M. Jules Schmidt, directeur de l'Observatoire d'Athènes. Il fait voir que cela doit être ainsi, en admettant que ces étoiles sont des particules décrivant dans toutes les directions des orbites planétaires autour du soleil; la combinaison de leur mouvement avec celui de la terre dans son orbite devant en rendre visibles, en Europe, un plus grand nombre en septembre et en octobre que dans les autres mois de l'année.

On sait que dans la nuit du 11 au 12 novembre 1799, Humboldt et Bonpland observèrent, à Cumana en Amérique, une véritable pluie d'étoiles filantes, qui se succédèrent par milliers pendant plusieurs heures. A Bos-

ton, on évalua au moins à 240,000 le nombre total de ces étoiles dans cette seule nuit, où on les observa au Grœnland, au Brésil et en Allemagne. Il y a eu aussi en 1832, dans la nuit du 12 au 13 novembre, une apparition extraordinaire de ces étoiles, visible dans l'Amérique du nord, en Europe, à Genève entre autres, et jusqu'à Odessa[1]. D'après les recherches de M. Chasles et de M. Édouard Biot, le mois de novembre aurait depuis plusieurs siècles le privilége de fournir les apparitions les plus abondantes de ces météores : mais depuis 1838 cette recrudescence à cette époque semble avoir disparu. Si elle devait se reproduire, les observateurs pourraient probablement en être prévenus à l'avance, par l'accroissement graduel des nombres moyens d'étoiles filantes qu'on observerait chaque nuit.

M. H.-A. Newton, de Newhaven en Amérique, a énoncé l'idée qu'il pourrait y avoir un mouvement en avant de la ligne des nœuds, ou de la ligne d'intersection sur le plan de l'écliptique, de l'anneau des météores de novembre, cet anneau étant peu incliné sur ce plan, et le mouvement de ses nœuds étant comparable en grandeur à celui des nœuds des orbites planétaires. En admettant pour cet anneau un mouvement des nœuds correspondant à une avance d'un jour en 70 années, M. Newton parvient à faire coïncider un assez grand nombre des averses d'étoiles filantes, qui ont été signalées du 19 octobre au 9 novembre entre les années 931 et 1698 de notre ère, et qui se trouvent consignées dans le catalogue d'étoiles filantes publié en 1861 par M. Quetelet, dans son ouvrage sur la *Physique du globe*. M. Newton est

[1] J'ai publié une Notice sur cette apparition dans le cahier d'octobre 1832 de la *Bibl. universelle*.

aussi disposé à adopter, avec MM. Herrick, Twining, Olmsted et d'autres physiciens, que cette apparition de météores lumineux en novembre aurait une période de retour en 33 ou 34 ans, ce qui la ferait revenir en 1865 ou 1866. Il croit que l'anneau des météores d'août autour du soleil se trouve, en revanche, presque perpendiculaire à l'écliptique, et que le mouvement de ses nœuds est très-faible, ce qui peut expliquer la permanence à la même époque du retour de ses apparitions.

M. Haidinger, de Vienne, est aussi un des savants qui s'occupent actuellement des météores lumineux, et on trouve, entr'autres, dans le N° 2 du t. 17 des *Bulletins* de l'Académie de Belgique, un petit mémoire de lui *Sur les relations qui existent entre les étoiles filantes, les bolides et les essaims de météorites*. Il y estime que les matières parcourant l'espace sont essentiellement de nature fragmentaire. « Les fragments, dit-il, peuvent être: 1° des masses isolées de fer ou de substances pierreuses; 2° des agregations de fragments de volumes divers; 3° des agrégations de fragments minimes, jusqu'à être réduits à l'état de poussière impalpable. Les fragments N°s 1 et 2, une fois entrés dans le domaine de l'atmosphère terrestre, se terminent par la chute de météorites, tantôt isolés, tantôt en essaims. Lorsque les agrégations N°s 2 et 3 atteignent la limite supérieure de l'atmosphère terrestre, la résistance qu'elles ont à vaincre dès ce moment opère une séparation, et les fragments les plus volumineux laissent derrière eux ceux qui le sont moins. Il est impossible d'admettre qu'une explosion puisse avoir lieu dans ce moment-là; elle se prépare pendant que les substances solides traversent l'atmosphère, et coïncide avec le terme du parcours cosmique du météore.

Des agglomérations de particules pulvérulentes, réunies en globe et passant par les couches supérieures de l'atmosphère, provoquent d'abord, dans leur ensemble, des phénomènes lumineux ; mais elles doivent bientôt se résoudre en poussière, de sorte qu'il n'existe plus rien de ce qui pourrait produire un développement de lumière, dès que ces particules ont atteint les couches atmosphériques inférieures. M. Jules Schmidt a remarqué, en effet, que les météores les plus lumineux semblent s'allumer à des hauteurs plus considérables que les autres.»

Mémoire de M. Faye sur les étoiles filantes.

M. Faye, après avoir communiqué à l'Académie des sciences de Paris la lettre de M. Heis dont j'ai parlé plus haut, lui a fait part dans la séance suivante, celle du 21 septembre 1863, de quelques remarques intéressantes et ingénieuses sur le même sujet ; et je vais en donner ici un court résumé, d'après le *Compte Rendu* de cette séance.

L'auteur y montre d'abord, soit d'après les observations modernes de M. Coulvier-Gravier, soit d'après les anciennes apparitions d'étoiles filantes recueillies par M. Edouard Biot dans les *Annales chinoises*, en tenant compte de l'effet de la précession des équinoxes, que l'anneau d'astéroïdes correspondant au phénomène du 10 août coupe l'orbite terrestre en un point sensiblement invariable, qui correspond, maintenant, sur l'écliptique, à une longitude céleste de 318 degrés ; et que les choses se passent ainsi depuis plus d'un millier d'années. Les variations d'intensité du phénomène, reconnues récemment, n'offrent, dit-il, aucune difficulté. En admettant

vingt ans, par exemple, pour leur période, ces variations s'expliqueraient par une inégale densité de l'anneau, combinée avec une différence d'un vingtième entre le temps de sa rotation autour du soleil et la durée de l'année.

L'apparition irrégulière du 12 novembre, et les étoiles filantes qui apparaissent chaque nuit dans toutes les directions sont d'une explication moins facile. M. Faye cherche à les comprendre dans l'hypothèse astronomique, en considérant qu'à son passage à travers l'anneau du mois d'août, la terre, escortée par la lune, ne doit pas s'emparer seulement des corpuscules qui pénètrent dans son atmosphère et qui désormais font corps avec elle, mais aussi de ceux qui passent assez près d'elle, avec une vitesse comprise entre de certaines limites, de manière à devenir de véritables satellites. « A ces météores satellites, dit-il, j'attribuerais l'apparition continue des étoiles filantes sporadiques, et peut-être même une influence prépondérante sur le phénomène d'octobre à novembre. La provision actuelle de ces satellites finirait par s'épuiser, si elle ne se renouvelait chaque fois vers le 10 août, aux dépens de l'immense anneau de matière cosmique qui circule autour du soleil. On expliquerait ainsi pourquoi l'apparition de novembre 1837 fut vue en Angleterre avec une grande splendeur, comme une véritable pluie de météores, tandis qu'en Prusse on ne voyait rien de plus, par un ciel magnifique, que les rares étoiles sporadiques d'une nuit ordinaire. On conçoit qu'un essaim de satellites puisse ainsi se localiser, mais on ne le comprendrait guère d'un anneau circulant autour du soleil. L'apparition de novembre 1799 n'a été guère aperçue qu'en Amérique, du Grœnland à l'équateur ; cel-

les de 1831 et 1832 l'ont été principalement en Europe, et celle de 1834 exclusivement aux États-Unis. »

D'après cette idée, il y aurait lieu de rapporter à la terre, et non au soleil, les flux moins réguliers de satellites, apparaissant dans la partie de la surface du globe la plus rapprochée du périgée de ces météores, à orbites probablement très-excentriques. Celles-ci subiraient avec le temps, de la part de la lune et du soleil, des perturbations considérables, auxquelles les météores solaires échappent naturellement.

M. Faye indique, ensuite, les moyens qui lui paraissent les meilleurs pour obtenir par l'observation la direction, la distance et la vitesse des étoiles filantes. Il propose d'appliquer les instruments de mesure, non plus à ces étoiles elles-mêmes, mais aux traînées lumineuses qu'elles laissent après elles dans les régions supérieures de l'atmosphère, et qui durent assez pour laisser à deux observateurs, placés à quelques lieues l'un de l'autre, le temps de pointer leurs lunettes aux deux extrémités de la trajectoire, et même en un point intermédiaire. Les lunettes étant fixées, on en relèverait la direction à l'aide de cercles d'ascension droite et de déclinaison, ou de hauteur et d'azimut. Quant aux instants d'apparition et de disparition, ils doivent être enregistrés électriquement en chaque station. De plus, un fil télégraphique doit unir les deux stations, pour permettre aux observateurs de s'avertir mutuellement. M. Faye estime que des observations de ce genre faites dans les régions élevées du Mexique pourraient être particulièrement avantageuses, et il exprime le vœu qu'on y établisse des observatoires météorologiques.

Bolides récents.

Je dois encore dire quelques mots sur deux bolides, ou globes de feu remarquables, qui ont été observés récemment.

Le premier a été observé à Athènes le 19 octobre 1863 par M. Jules Schmidt, et je vais extraire la relation de cette observation, telle qu'elle a été publiée par M. Quetelet, dans le n° 11 du t. 16 et le n° 1 du t. 17 des *Bulletins* de l'Académie de Bruxelles

M. Schmidt était occupé à observer depuis sa maison, située au pied du Lykabettos, les étoiles filantes, le 19 octobre, un peu avant 3 heures du matin, quand il en aperçut une de marche assez lente, entre les constellations du *Lièvre* et de la *Colombe*, brillant à peu près comme une étoile fixe de 4e grandeur. Deux secondes plus tard elle était déjà de 2de grandeur, et au bout d'une ou deux secondes de plus elle surpassait Sirius en splendeur, ayant une teinte jaune-serin. Elle traversa lentement l'*Eridan* vers l'ouest, en répandant une lumière si extraordinaire que toutes les étoiles disparaissaient, et que la ville d'Athènes, la campagne et la mer paraissaient embrasées d'un feu verdâtre. Dès la sixième seconde, l'Acropole et le Parthénon se détachaient en contours d'un gris mat verdâtre, sur le fond du ciel d'un vert doré. Une seconde plus tard c'était un vrai bolide éblouissant, dont M. Schmidt estimait le diamètre de 10 à 15 minutes de degré. Il continua alors son observation avec un chercheur de comètes ayant un grossissement linéaire de 8 fois, et poursuivit encore ainsi ce météore pendant 14 secondes. En ce moment, on ne voyait plus un seul corps lumineux, mais deux corps brillants, d'un

vert jaunâtre et en forme de gouttes allongées ; chacun d'eux laissait une trace ou queue rouge à bords bien définis ; ces deux corps étaient encore suivis de corps lumineux plus petits, chacun avec sa trace rouge, distribués irrégulièrement comme des étincelles dans la masse de la queue du météore. M. Schmidt a estimé que les diamètres des deux plus grands noyaux avaient 50 secondes de degré, les diamètres des deux queues 30 secondes, et que la distance entre les deux queues était de 7 minutes de degré.

Le météore s'éteignit à peu près à la hauteur d'un degré au-dessus de l'horizon, sans descendre derrière les montagnes de Styx ou de Kyllène. Il paraissait consister alors en 4 ou 5 fragments d'un rouge pâle. On n'a point entendu de bruit, ni pendant ni après la disparition du météore. Mais 4 minutes après le commencement du phénomène, M. Schmidt observait encore des traces de la queue du météore dans la constellation de l'Eridan, couvrant une aire de près de cinq degrés et se repliant dans la partie centrale en forme de nœud.

En combinant ses observations avec celles du lieutenant Botzis, faites au port Marathonisi, M. Schmidt a calculé que ce météore était devenu lumineux au-dessus de Canea en Crète, à une hauteur de 136 kilomètres ; qu'il a passé au-dessus de Cérigo, à l'ouest de Sparte, et s'est éteint, à une hauteur d'environ 12 kilomètres, près de Zourtsa et de la rivière de Neda, à l'ouest d'Audritz. Sa vitesse a été de 21 kilomètres par seconde, ou de 0,69 de celle de la terre dans son orbite. Le diamètre des deux plus grands corps du bolide, diminué de l'effet de l'irradiation, se réduit à environ onze mètres, et celui des plus petits à un mètre.

Le second de ces bolides a paru en France, le 14 mai de cette année-ci, vers 8 heures du soir, et a été vu depuis les environs de Chartres, d'Évreux et de Blois, jusqu'à Agen, Auch et Montauban, dans une étendue de plus de cent lieues. Il a été observé dans des circonstances favorables par un grand nombre de personnes, qui en ont transmis des renseignements à l'Académie des sciences de Paris. M. Daubrée a été chargé par elle de les coordonner, et M. Laussedat a calculé sur sa demande la trajectoire apparente de ce bolide. Il avait l'apparence d'une très-forte fusée d'artifice et se mouvait assez lentement vers le sud. D'abord d'un blanc éclatant, gros comme le disque de la lune et silencieux comme elle, il laissait derrière lui une petite traînée lumineuse; puis sa couleur est devenue rouge, il s'est ouvert en gerbe ou en bouquet de fusées, répandant des milliers d'étincelles. Quelques minutes après l'explosion, on a entendu un grand bruit pareil à celui de fortes détonations d'artillerie lointaine, répétées et prolongées. Le météore en disparaissant a laissé un nuage de fumée longtemps suspendu à la même place.

D'après les évaluations les plus probables, le diamètre de ce globe avait au moins trois ou quatre cents mètres, et sa vitesse était d'environ 20 kilomètres par seconde. Il s'est enflammé à au moins 50 ou 60 kilomètres au-dessus de la surface de la terre, et son explosion a eu lieu à 15 ou 20 kilomètres de hauteur verticale, un peu au sud de Montauban. Cette explosion a détaché de ce bolide de petits fragments de météorites, qui ont été recueillis entre Orgueil et Nohic, à 18 kilomètres de Montauban. Leur analyse a montré qu'ils appartiennent à un type très-rare d'aérolithes, nommé type *char-*

bonneux, à cause de la forte proportion de carbone qui y entre à l'état humide; on n'en connaissait encore que trois de cette espèce [1].

On peut voir, par ce qui précède, combien l'étude des météores lumineux est poursuivie, maintenant, en divers pays, avec activité et persévérance ; et quoiqu'il reste encore dans ces curieux phénomènes bien des points à éclaircir, leur étude difficile a fait dans ces derniers temps des progrès notables. Les développements dans lesquels je suis entré à ce sujet, ont allongé cette notice de manière à ne plus me laisser d'espace pour y faire l'analyse de quelques autres mémoires intéressants du P. Secchi, insérés dans son *Bulletin météorologique*. Mais M. de la Rive doit publier, je crois, dans un prochain n° des *Archives*, un compte rendu du plus récent de ces mémoires, relatif à des recherches magnéto-électriques, et qu'il est bien mieux qualifié que moi pour apprécier. On doit rendre un juste hommage à la sagacité, aux connaissances étendues et à la grande activité que déploie le P. Secchi dans ses diverses publications ; elles me paraissent très-propres à faire avancer la science dans les branches variées auxquelles il les consacre.

ALFRED GAUTIER.

[1] Pour donner une idée du nombre des aérolithes déjà connus, je rapporterai ici que la collection de l'université de Berlin contenait, en 1863, 153 échantillons d'aérolithes tombés en diverses localités, et celle du Musée britannique à Londres 219.

VÉRIFICATION

DE LA LOI ÉLECTROLYTIQUE

LORSQUE LE COURANT EXERCE UNE ACTION EXTÉRIEURE.

PAR

M. J.-L. SORET[1].

(Extrait par l'auteur.)

Pour expliquer conformément à la théorie mécanique de la chaleur, la production par le courant électrique d'une action extérieure au circuit dans lequel il se propage, telle que le développement d'un travail mécanique ou de courants d'induction, on a recours à une hypothèse qui a été proposée par M. Helmholtz, MM. Scoresby et Joule, M. Clausius et d'autres physiciens. On peut l'exposer de la manière suivante :

Quand le courant n'exerce pas d'action extérieure, la chaleur dégagée dans le circuit est équivalente à la totalité de la chaleur dépensée par l'action chimique qui se passe dans la pile [2]. Cette action chimique est elle-même

[1] Ce mémoire fait suite à ceux que l'auteur a précédemment publiés *sur la corrélation de l'électricité dynamique et des autres forces physiques* (Voyez *Mémoires de la Soc. de Phys. et d'Hist. Nat. de Genève*, t. XIV et XV, et *Archives*, 1857, t. XXXVI, p. 38 et 123, 1859, t. IV, p. 66).

[2] D'après les recherches de M. P.-A. Favre et de M. Raoult, cette loi exprimée en ces termes n'est pas toujours vraie : elle paraît exacte dans le cas de la pile de Daniell ; mais pour d'autres

proportionnelle à l'intensité du courant conformément à la loi électrolytique. — Si le courant vient à exercer une action extérieure, son intensité, et par conséquent l'action chimique diminuent. La quantité de chaleur totale dépensée par la pile se sera donc abaissée proportionnellement à l'intensité. Mais on sait que la chaleur développée par un courant dans un conducteur est proportionnelle au carré de l'intensité ; par conséquent, la chaleur dégagée dans le circuit doit avoir diminué proportionnellement au carré de l'intensité, tandis que la chaleur dépensée n'a diminué que proportionnellement à la simple intensité. Donc la chaleur dégagée dans le circuit n'est plus équivalente à la totalité de la chaleur correspondant à l'action chimique, et la différence représente le travail externe engendré.

Les diverses recherches expérimentales qui ont été faites jusqu'ici, celles, par exemple, de M. P.-A. Favre, de M. Leroux, de M. Matteucci et les miennes, s'accordent, en général, avec cette hypothèse. Néanmoins sa démonstration expérimentale n'est pas encore complète.

En particulier, cette interprétation des faits suppose que la loi électrolytique reste exacte dans le cas où le courant produit un travail externe. Cette vérification, à ma connaissance, n'a pas été effectuée d'une manière précise[1] ; j'ai pensé qu'il ne serait pas inutile de la faire

piles, une proportion constante du travail dépensé n'apparaîtrait pas sous forme de courant électrique, et se dégagerait immédiatement dans la pile sous forme de chaleur. Toutefois si la proportion de cette dernière quantité de chaleur est réellement constante, cela ne change rien au raisonnement : cela revient à considérer la pile comme ayant une force électromotrice moindre.

[1] M. Matteucci, dans un travail qui avait pour but de déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur à l'aide d'un moteur électro-

et j'ai entrepris la comparaison de l'intensité avec la quantité d'action chimique, lorsque le courant exerce une action extérieure.

La méthode que j'ai le plus souvent employée pour mesurer la quantité d'action chimique, consiste à déterminer le poids de cuivre déposé sur une lame ou sur un fil de platine plongé dans du sulfate de cuivre. Dans mes travaux antérieurs sur la loi électrolytique[1], j'avais déjà fait usage de ce procédé, et j'ai indiqué les moyens de le rendre très-précis, moyens qui consistent principalement à se servir de sulfate de cuivre très-pur et d'électrodes présentant une petite surface.

Depuis lors d'autres physiciens se sont occupés de l'électrolyse du sulfate de cuivre[2] et ont trouvé que, même lorsque le liquide est neutre et que l'électrode positive est en cuivre, le poids du dépôt sur l'électrode négative est un peu plus faible que celui qu'on devrait normalement obtenir. Cette cause d'erreur est très-petite quand les électrodes ont peu de surface ; M. A. Perrot l'évalue à $^1/_4$ de milligramme par heure pour 100 centimètres carrés de surface. Lorsqu'on emploie deux électrodes en platine, la liqueur devient acide et il se dégage de l'oxygène à

magnétique, est arrivé à des résultats qui ne s'accordent pas tous avec la loi électrolytique ; mais l'habile physicien italien n'en conclut pas que la loi soit inexacte et il indique clairement qu'il attribue les divergences à des causes de perturbation particulières. Voyez *Annales de chimie et de physique*, 1858, t. LIV, p. 297.

[1] Voyez *Archives*, 1854, t. XXVII, p. 113, et 1855, t. XXIX, p. 265.

[2] Voyez le mémoire de M. V. Dupré (*Archives*, 1857, t. XXXV, p. 98), et celui de M. A. Perrot (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, 4 juillet 1859).

l'électrode positive. Dans ces conditions la quantité de cuivre déposé qui se redissout doit être plus grande qu'avec une électrode positive en cuivre. J'ai fait une série de déterminations pour rechercher quelle est la valeur de cette cause d'erreur dans diverses conditions. J'ai reconnu qu'à côté de l'influence de la durée de l'expérience et de la surface de l'électrode, la proportion de cuivre qui se redissout dépend de quelques autres circonstances. En premier lieu, elle augmente avec la température à laquelle on opère. En second lieu, cette action est d'autant plus grande que la proportion d'oxygène dissous dans l'électrolyte devient plus considérable : ainsi en employant une lame de platine pour électrode positive, le poids du dépôt est plus faible que si l'oxygène se dégage sur un fil de platine ; en effet, si l'électrode a une grande surface, l'oxygène apparaît sous la forme de très-petites bulles qui restent longtemps adhérentes au métal en sorte que le gaz se dissout plus facilement dans l'électrolyte. De même, en comparant les dépôts dans deux voltamètres à sulfate de cuivre, dont l'un a servi à une expérience précédente, et l'autre contient de la liqueur fraîche, on trouve que le poids de cuivre est plus faible dans le premier voltamètre que dans le second.

Cette cause d'erreur est du reste toujours petite, et avec un voltamètre à sulfate de cuivre pur et deux fils de platine pour électrodes, on peut estimer à environ $^1/_{10}$ de milligrammme par heure le poids de cuivre qui se redissout [1].

[1] Il est facile de voir que cette cause d'erreur n'a pas pu exercer d'influence sensible sur les résultats auxquels je suis parvenu dans mes mémoires sur la loi électrolytique. Dans les déterminations qui ont fait l'objet du premier travail que j'ai publié (*Archives*, 1854, t. XXVII, p. 113), il s'agissait principalement de

Dans les expériences que je rapporterai plus bas, toutes les fois qu'un voltamètre à deux fils de platine était placé dans le circuit, cette cause d'erreur était absolument insensible à cause de la courte durée de l'expérience (presque toujours une heure, jamais plus de deux). On s'est assuré en particulier qu'en mettant dans le circuit deux voltamètres, dans l'un desquels l'électrode négative était formée d'un seul fil, tandis que dans l'autre l'électrode était formée de deux fils, c'est-à-dire présentait une surface double, on n'obtenait pas de différence de poids.

Dans d'autres expériences j'ai mesuré l'action chimique, non pas au moyen du voltamètre introduit dans le circuit, mais en déterminant le poids du cuivre déposé dans la pile même. J'employais un élément de Daniell dans lequel la lame de cuivre ordinaire était remplacée

comparer les poids des dépôts métalliques dans deux dissolutions de sulfate de cuivre, différant soit par la concentration, soit par la présence d'acide ou d'autres sels. Les expériences ne duraient habituellement que 2 ou 3 heures; ainsi l'erreur évaluée à $^1/_{10}$ de milligramme par heure, rentrait dans les limites d'incertitude des pesées. De plus, il devait se produire une action analogue dans chacun des deux voltamètres : ce n'est donc que la différence de ces actions déjà presque inappréciables, qui aurait pu influer sur les résultats. — Dans un second mémoire (*Archives*, 1855, t. XXIX, p. 265) j'ai comparé les poids de cuivre, d'hydrogène et d'argent séparés par l'électrolyse ; les expériences ont été, en général, courtes, et dans celles qui ont eu le plus de durée on renouvelait le sulfate de cuivre au milieu de l'expérience, ce qui diminue la cause d'erreur. Du reste, en appliquant aux résultats obtenus une correction de $^1/_{10}$ de milligr. par heure, la vérification de la loi électrolytique est encore plus approchée, en exceptant toutefois la dernière comparaison du cuivre et de l'hydrogène, expérience où l'appareil qui servait depuis longtemps perdait probablement un peu.

par une lame de platine. Dans ce cas la surface sur laquelle le dépôt s'opère est plus grande ; elle n'a toutefois jamais dépassé 12 centimètres carrés ; comme dans ces conditions il n'y a pas de dégagement d'oxygène, et que la liqueur reste neutre, on peut d'après l'évaluation de M. Perrot, estimer l'erreur commise à $\frac{1}{4}^{mg} \times \frac{12}{100} = 0{,}03^{mg}$ par heure, durée ordinaire de l'expérience. De plus, on a toujours eu soin de comparer les déterminations faites lorsque le courant exerçait une action extérieure avec d'autres déterminations faites avec un courant continu dans des conditions semblables.

Je crois donc que cette méthode est d'une précision plus que suffisante.

Pour la mesure de l'intensité du courant, je me suis servi d'une boussole des sinus, construite à Paris par M. Ruhmkorff. Cet instrument peut également servir comme boussole des tangentes ; mais, dans ce cas, je n'ai pas trouvé que la précision fût suffisante.

Lorsqu'on veut obtenir une action extérieure de quelque énergie, on ne peut pas employer un courant continu ; il faut que le circuit soit périodiquement fermé et ouvert au moyen d'un interrupteur. Quand ces alternatives de passages et d'arrêts du courant se succèdent rapidement et que l'appareil marche régulièrement, l'aiguille de la boussole prend une position stable, et sa déviation mesure l'intensité moyenne du courant discontinu.

On observait cette déviation de deux en deux minutes, pendant toute la durée de l'expérience ; la moyenne de ces observations donnait la mesure de l'intensité moyenne.

Quand on opérait avec un courant continu, on pouvait se contenter d'observer de quatre en quatre minutes parce que les variations d'intensité étaient lentes et beaucoup plus régulières.

Relativement à la production de l'action extérieure, ce qui importe, ce n'est pas tant que sa valeur absolue soit grande, mais bien que le rapport du travail externe au travail total soit considérable : il faut, pour faire la vérification dans de bonnes conditions, que la proportion de la chaleur dépensée qui se convertit en travail externe soit considérable.

Dans ce but j'ai presque toujours fait usage de l'appareil de Ruhmkorff. Toutefois, j'ai fait quelques essais avec des moteurs électro-magnétiques ; mais ces appareils présentent l'inconvénient d'exiger, en général, l'emploi d'une pile assez forte. Si la disposition de la machine permet d'employer une pile composée d'un seul élément, il faut lui donner une grande surface, alors il devient difficile de déterminer avec précision le poids du cuivre déposé dans cet élément. Si la pile est formée de plusieurs éléments consécutifs, la mesure de l'action chimique totale perd également de sa précision. En effet qu'est-ce qu'on doit se proposer dans cette vérification de la loi électrolytique ? C'est de voir si l'action chimique totale diminue dans la même mesure que l'intensité lorsque le courant vient à produire une action extérieure. Or l'action chimique mesurée dans un élément n'est que le quotient de l'action chimique totale par le nombre d'éléments. On est donc dans des conditions de sensibilité d'autant moindre que le nombre d'éléments est plus considérable.

Au contraire, avec l'appareil de Ruhmkorff il n'est pas nécessaire d'employer un courant puissant pour obtenir une action extérieure relativement considérable. La résistance du circuit primaire est faible; on peut donc, si on le désire, se servir d'une pile d'un seul élément, de dimension assez petite pour permettre une détermination précise de l'action chimique.

Pour déterminer le coefficient de l'appareil, j'ai fait de nombreuses expériences en employant des courants continus d'intensité diverse. Ces expériences ont été intercalées entre celles où il se produisait une action extérieure, en ayant soin d'opérer du reste dans des conditions identiques. Ainsi, à chaque série de déterminations dans le cas de la production d'un travail externe, correspond une série d'expériences faites avec un courant continu et dont la moyenne donne le coefficient de l'appareil.

Si l'on considère l'ensemble de chaque série de ces expériences faites avec un courant continu, on reconnaît que les résultats sont parfaitement concordants : le poids du dépôt de cuivre obtenu directement par la pesée dans chaque expérience, s'écarte au plus d'un demi-milligramme environ du poids calculé au moyen de l'intensité et du coefficient donné par la moyenne des expériences de la série. On peut en conclure que la méthode est suffisamment précise, et ces résultats prouvent une fois de plus l'exactitude de la loi électrolytique dans le cas où le courant est continu.

Passons maintenant aux expériences qui ont été faites avec un courant discontinu.

Dans une première série, le circuit était formé d'une pile composée de 4 à 6 grands éléments de Daniell, d'un voltamètre à sulfate de cuivre et à deux électrodes en fil de platine, de la boussole et de l'appareil de Ruhmkorff (grand modèle) muni de son interrupteur à mercure. Dans cette disposition, la résistance est très-grande ; il en résulte que les petites irrégularités de marche de l'interrupteur à mercure sont le plus souvent insensibles : l'aiguille de la boussole est assez stable pour que l'on puisse en observer la déviation. Mais en même temps l'action extérieure, comme on pouvait le prévoir, est très-petite relativement au travail total dépensé. On en a la preuve dans la faiblesse des variations d'intensité que subit le courant, suivant qu'on lui fait ou non produire le travail externe.

Les résultats de ces expériences, qui sont conformes à la loi électrolytique, prouvent donc seulement que le fait de la discontinuité du courant, abstraction faite de l'action extérieure qui peut en être la conséquence, n'apporte aucune perturbation, et que la déviation moyenne de l'aiguille de la boussole donne bien, comme on l'admet, la mesure de l'intensité moyenne du courant discontinu.

Pour reconnaître si la production même de l'action extérieure exerce une influence, il faut rendre le travail externe relativement plus considérable; et pour cela, il faut diminuer la résistance, enlever le voltamètre à sulfate de cuivre, réduire la pile à un seul élément de petite dimension et mesurer l'action chimique en déterminant le poids de cuivre déposé dans cet élément même.

Dans cette nouvelle disposition de l'appareil, la régula-

rité de l'interrupteur à mercure n'est plus suffisante ; il est très-rare que l'aiguille de la boussole ait assez de stabilité pour que l'on puisse mesurer sa déviation. J'ai dû, par conséquent, renoncer à son emploi et le remplacer par un interrupteur à roue dentée. La roue elle-même était en laiton ; elle portait 80 dents ; elle était montée sur un axe horizontal disposé au-dessus d'un petit vase en fer-blanc rempli d'alcool. La partie inférieure de la roue plongeait dans ce liquide, et un ressort en platine, s'élevant du fond du vase de fer-blanc, venait appuyer sur les dents de la roue mise en mouvement à l'aide d'une machine électro-magnétique. Les interruptions du circuit se faisaient ainsi sous l'alcool.

Pour le genre de recherches qui nous occupe, cet interrupteur est très-supérieur à l'interrupteur à mercure, et cela pour deux raisons. En premier lieu, même lorsque la résistance est faible, on arrive à obtenir une stabilité de l'aiguille de la boussole suffisante pour permettre la mesure de la déviation. L'aiguille cependant est loin d'être aussi fixe que lorsqu'on emploie des courants continus, et la précision des déterminations est sensiblement moindre. En second lieu, les interruptions se succèdent beaucoup plus rapidement ; on en obtient facilement 3 à 4000 par minute. Il en résulte que l'action extérieure est considérablement augmentée, en sorte que les variations d'intensité que subit le courant quand on modifie ou que l'on supprime l'action extérieure, sont extrêmement considérables. Ainsi, par exemple, l'intensité passait à peu près du simple au double, suivant que l'on ouvrait ou que l'on fermait le circuit induit de l'appareil de Ruhmkorff.

Cela étant, on a fait des expériences, tantôt en fermant

le circuit induit de l'appareil de Ruhmkorff, tantôt en le laissant ouvert. Dans le premier cas, l'intensité du courant primaire est plus forte, le travail externe consiste principalement en courants induits ; dans le second, l'intensité est plus faible, les courants induits ne se propagent pas, mais les étincelles sont plus fortes dans l'interrupteur. On a donc deux modes divers de production de l'action extérieure. Le tableau suivant renferme les résultats qui ont été obtenus. La première colonne contient les poids de cuivre obtenus directement par la pesée ; la seconde les poids calculés d'après la mesure de l'intensité et au moyen du coefficient de l'appareil déterminé par une série parallèle d'expériences faites avec un courant continu. Toutes les expériences ont eu la même durée (une heure), en sorte que les poids de cuivre déposé donnent en même temps la mesure de l'intensité.

Poids du cuivre déposé

Trouvé.	Calculé.	Différence.	
gr.	gr.	gr.	
0,1683	0,1685	— 0,0002	Circuit induit fermé.
0,1381	0,1380	+ 0,0001	
0,1322	0,1321	+ 0,0001	
0,1065	0,1072	— 0 0007	
0,0921	0,0915	+ 0,0006	
0,0896	0,0897	— 0,0001	Circuit ind. ouvert.
0,0890	0 0900	— 0,0010	
0,0717	0,0717	— 0,0000	

On voit que les différences entre les poids calculés et les poids observés sont extrêmement petites ; ces résultats me paraissent donc mettre hors de doute l'exactitude de la loi électrolytique pour ce qui concerne le poids du dépôt de cuivre.

J'ai aussi cherché à déterminer l'action chimique par la quantité de métal électro-positif dissous. Je ne suis parvenu ni avec le zinc pur, ni avec le zinc amalgamé à obtenir des résultats présentant quelque exactitude : toujours il s'est produit une action locale trop grande pour que l'on pût la négliger, trop irrégulière pour qu'on pût la calculer. Avec le cadmium j'ai réussi un peu mieux, mais les résultats sont encore loin de présenter la précision à laquelle on atteint par la pesée du dépôt de cuivre. Les lames de cadmium, amalgamées ou non, et plongées dans des liquides divers, sont attaquées lors même que le circuit n'est pas fermé, et cette action locale varie non-seulement avec chaque lame, mais encore avec l'état de la surface du métal. Ce que j'ai trouvé de mieux pour opérer la correction relative à cette cause d'erreur, consiste à faire, avec la même lame, trois déterminations successives en employant dans la première un courant continu, dans la seconde un courant discontinu avec production d'action extérieure, dans la troisième de nouveau un courant continu. Dans chacune de ces trois opérations, on détermine le poids de cuivre déposé dans l'élément et le poids de cadmium dissous. S'il n'y avait pas eu d'action locale, ces poids, d'après la loi électrolytique, auraient été dans le rapport des équivalents chimiques du cuivre et du cadmium. La différence entre le poids de cadmium trouvé directement et calculé d'après le poids du cuivre, mesurait donc l'action locale dans la première et la troisième détermination. On a admis que la moyenne représente l'action locale que subissait le cadmium pendant la seconde détermination.

La pile était formée d'un petit élément composé d'une

lame de cadmium dans de l'eau acidulée, et d'une lame de platine dans du sulfate de cuivre. Il n'était pas nécessaire de mesurer l'intensité à la boussole, puisque les expériences précédentes avaient montré qu'en tout cas le poids de cuivre déposé est proportionnel à l'intensité. Dans chaque détermination on a laissé marcher le courant pendant une heure.

Les résultats de cette série d'expériences sont contenus dans le tableau suivant. Il donne aussi à la quatrième colonne, et pour chaque expérience, la valeur de la correction obtenue, comme nous l'avons dit, au moyen des deux déterminations qui ont été faites avec un courant continu, et dont les résultats immédiats ne sont pas indiqués dans le tableau.

Poids de cadmiun dissous.			Valeur de la correction.	Observations.	
Trouvé et corrigé.	Calculé d'après le poids de cuivre.	Différence.			
gr.	gr.	gr.	gr.		
0,1883	0,1876	+0,0007	0,0093	Courant induit fermé.	Lames non amalgamées.
0,2120	0,2075	+0,0045	0,0049		
0,1596	0,1622	−0,0026	0,0105	»	Lames amalgamées
0,1668	0,1679	−0,0011	0,0117	»	
0,1581	0,1543	+0,0038	0,0182	»	
0,1636	0,1676	−0,0040	0,0122	»	
0,1867	0,1876	0,0009	0,0105	»	
0,0972	0,0981	−0,0009	0,0105	Courant induit ouvert.	

On voit que la différence entre les poids calculés et observés est habituellement beaucoup plus forte que les erreurs possibles des pesées. Toutefois ces différences sont tantôt positives, tantôt négatives, et rien n'indique que la production d'une action extérieure soit accompa-

gnée d'un changement dans la proportion du métal électro-positif qui se dissout. Je pense donc que l'on peut considérer ces résultats comme confirmant aussi l'exactitude de la loi électrolytique dans le cas où le courant produit un travail externe.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

L. Dufour, Note sur l'influence de la pression atmosphérique sur la combustion (*Bulletin de la Soc. Vaudoise des sc. nat.*, n° 51).

Nous reproduisons textuellement les principaux passages de la note de M. le professeur Dufour.

.....« J'ai fait, il y a deux ans, un certain nombre d'expériences sur l'influence de la pression sur la durée de combustion des fusées. Les résultats, publiés en novembre 1862[1], ont été parfaitement nets et montrent que la substance des fusées brûle plus lentement à mesure que la pression diminue. La durée de la combustion s'accroît, en moyenne, de 0,0011 pour chaque diminution de 1 millimètre dans la pression barométrique. Cette variation est presque exactement la même que celle qui a été observée par M. Frankland[2], en Angleterre, et elle diffère peu de celle qu'a obtenue M. Mitchell dans l'Inde.

« Durant l'été dernier, j'ai voulu utiliser une ascension dans les Alpes pour faire quelques essais du même genre. Ce sont ces essais qui sont consignés dans les pages suivantes. Comme on le verra, les expériences ont été fort simples. Le genre d'excursion que j'avais entrepris ne s'accommodait guère d'appareils lourds ou délicats et le baromètre lui-même aurait difficilement pu monter, sans malheur, le long des parois assez gravement accidentées des Diablerets[3].

[1] *Archives*. 1862, t. XV, p. 185.

[2] *Philos. Mag.*, décembre 1861. — *Archives*, 1862, t. XV, p. 56.

[3] Ces expériences n'ont donc point de prétention à une grande

« J'ai brûlé, à diverses pressions, des *fusées-amorces* semblables à celles de mes précédentes expériences ; des *cordes-amorces* telles qu'on les emploie pour l'explosion des mines et enfin de l'*alcool*.

« Comme je n'avais pas emporté de baromètre, j'ai toujours opéré dans des points dont l'altitude est connue ; je notais l'heure et la température. M. le prof. Plantamour a eu l'obligeance de me communiquer les observations barométriques et thermométriques faites à Genève aux heures correspondantes, et j'ai pu calculer ainsi la pression à laquelle je me trouvais. La pression obtenue de cette façon ne diffère de la pression réelle que d'une quantité sûrement tout à fait négligeable au point de vue dont il est ici question.

Combustion des fusées-amorces.

« J'avais conservé trois fusées de celles qui ont servi aux expériences de 1862 et je les ai brûlées sur les Diablerets. Ces fusées sont destinées à produire l'explosion de projectiles creux (*shrapnell*). La matière combustible y est rangée dans une rainure presque circulaire pratiquée dans une pièce de métal. Le commencement et la fin de la combustion sont très-nets.

« Comme dans les précédents essais, on allumait en tirant à bout portant, sur la mèche, un pistolet chargé au coton-poudre. La fin de la combustion est accusée par l'explosion d'une petite provision de poudre à laquelle communique la fusée proprement dite. Le temps était mesuré à l'aide d'une montre à secondes indépendantes. J'ai estimé les fractions, au commencement et à la fin, en quarts de seconde. L'approximation est naturellement bien inférieure à celle qui a pu être atteinte dans les expériences

portée scientifique et j'avais voulu me borner à les communiquer familièrement dans une de nos séances de la Société. C'est là que quelques membres bienveillants m'ont engagé à les rédiger pour notre Bulletin.

de 1862. Mais il ne pouvait pas être question de transporter sur les Diablerets l'appareil employé à cette époque.

« Sommet des Diablerets, 14 août 1863, 10 heures du matin. Température de l'air : 4°5.

Fusée.	Durée de combustion.
1	$11^{s}\,{}^{3}/_{4}$
2	11
3	$10\,{}^{3}/_{4}$
	Moyenne : $11^{s},17$

Les Diablerets ont une hauteur de 3251 mètres d'après la triangulation suisse. La différence de hauteur verticale avec l'observatoire de Genève est 2843^{m}. — Les observations correspondantes de Genève donnent une pression de $728^{mm},5$ et une température de 26° ; on en conclut, pour la pression aux Diablerets, 520^{mm} en négligeant les fractions.

« Les fusées étaient graduées au point *9 secondes*. En se reportant aux expériences faites le 25 juin 1862, à Ouchy [1], pour une pression de 731^{mm}, on voit que la durée moyennes à cette pression-là, est $9^{s},15$, c'est-à-dire donc un peu supérieure à ce qu'indique la graduation.

« Ainsi, la diminution de pression entre Ouchy et les Diablerets est de 211^{mm} ; l'accroissement dans la durée de combustion est de $2^{s},02$. Le coefficient d'accroissement, pour 1^{mm} de diminution dans la pression, est $\frac{2,02}{9,15 \times 211} = 0,0010$.

« Les expériences de 1862 ont donné 0,0011 entre Ouchy et Chenalettaz. Ce nouveau résultat s'éloigne donc peu des précédents.

Combustion des cordes-amorces.

« Ces cordes sont formées par un fil central autour duquel on a fixé du pulverin à l'état humide. Ce premier cordon de matière

[1] *Mémoire cité*, page 17.

combustible est enveloppé de quelques torons de chanvre et le tout forme une corde d'environ 5^{mm} de diamètre. Ces cordes, on le sait, sont employées avec beaucoup d'avantages pour mettre le feu aux mines et leur usage est maintenant très-répandu.

« Une certaine longueur de corde a été coupée en fragments de 35 centimètres de longueur. L'inflammation se communique à l'aide d'une allumette ; le commencement et la fin de la combustion sont parfaitement nets.

« Voici les expériences faites à diverses pressions.

« *Lausanne*, juillet 1863. Pression : 725^{mm}. Température de l'air : 25°.

corde.	durée.	corde.	durée.
1	39^{s}	6	36
2	36	7	35
3	36	8	36
4	36	9	36
5	34	10	36

Moyenne 36^{s}.

« *Anzeindaz*, le 13 août 1863. Température de l'air : 8°. — La pression, à Genève, est 725^{mm},7 ; t = 24°,3. — Anzeindaz est à 1489^{m} au-dessus de l'observatoire de Genève ; la pression y était donc, le 13 août, de 609^{mm}.

1	36^{s}	5	36
2	37	6	36
3	37	7	36
4	37		

Moyenne : 36^{s},43.

« *Diablerets*, le 14 août 1863, 10 heures du matin. Température 4°,5. Pression : 520^{mm}.

1	38^{s}	5	39
2	38	6	38
3	38	7	38
4	38		

Moyenne : 38^{s},14.

« On voit tout d'abord que ces cordes brûlent avec une régularité très-remarquable. Des bouts d'égale longueur brûlent très-sensiblement pendant le même temps. Si l'on cherche, en effet, quel est l'*écart moyen*, on trouve :

pour la série de Lausanne, $0^s,6$ ou $^1/_{60}$ de la durée totale ;

pour la série d'Anzeindaz, $0^s,5$ ou $^1/_{72}$ de la durée totale ;

pour la série des Diablerets, $0^s,24$ ou $^1/_{152}$ de la durée totale.

« Les fusées que j'ai étudiées en 1862 présentaient des écarts moyens plus considérables. Dans une première série, $^1/_{20}$; dans une seconde série, $^1/_{40}$ de la durée totale. Ces fusées sont pourtant construites avec de minutieuses précautions, afin de les obtenir aussi semblables que possible. Les cordes-amorces, dont la fabrication est sans aucun doute beaucoup moins soignée, puisqu'elles se livrent à très-bon marché dans le commerce, leur sont cependant supérieures, on le voit, au point de vue de la régularité de la combustion.

« Au point de vue de l'influence qu'a pu exercer la pression ambiante sur la durée de la combustion, on a les rapprochements suivants :

Pression.	Durée de combustion.
723^{mm}	36^s
609^{mm}	$36^s,43$
520^{mm}	$38^s,14$

« La combustion paraît donc un peu plus lente pour une pression moindre ; mais la variation n'a pas été la même de Lausanne à Anzeindaz et d'Anzeindaz aux Diablerets. Si l'on prend les deux termes extrêmes, on trouve un accroissement de durée de 2^s14 pour 205^{mm} ; ou un accroissement de 0,00028 de la durée totale pour chaque millimètre de diminution dans la pression. L'influence de la pression paraît donc beaucoup moins sensible ici que pour les fusées où le coefficient de variation est quatre fois plus considérable.

« Cette constance relative dans la combustion des cordes-amorces a été pour moi assez inattendue. Il semble que la pression

ambiante doit exercer, sur elles, un mode d'action semblable à celui que subissent les fusées. — Pour expliquer le retard dans la combustion des fusées, M. Frankland a supposé que la pression influe sur la rapidité de l'écoulement des gaz au moment de la combustion. Dans l'air moins dense, les gaz s'échappent plus rapidement : il y a donc, dans un espace déterminé, au contact du foyer et à proximité de la couche qui va brûler, moins de molécules gazeuses chaudes. Ces gaz réchauffent par conséquent moins la portion de matière immédiatement voisine que la combustion va atteindre, et par suite la réaction chimique est moins active. — Cette explication est assurément fort ingénieuse. On a toutefois quelque peine à se figurer que le plus rapide écoulement des gaz diminue le réchauffement des portions qui vont brûler ; car la combustion étant *continue*, il se produit incessamment, au contact même de la couche que le feu va envahir, une provision nouvelle de gaz.

« Le phénomène présenté par les cordes-amorces ne me semble pas venir à l'appui de la théorie de M. Frankland. Dans ces cordes, en effet, les gaz peuvent se dégager latéralement, à travers les cordes de chanvre, aussi bien qu'en avant, dans l'espace qui vient de brûler. Si la pression ambiante exerce une influence bien sensible sur le plus ou moins rapide écoulement de ces gaz et si c'est cette élimination plus ou moins prompte qui détermine le degré d'activité du phénomène chimique, il me semble que cela devrait se manifester d'une façon plus prononcée encore avec les cordes-amorces que dans les fusées. On a vu que l'inverse a lieu.

« Dans mon précédent mémoire, en présentant les remarques précédentes à propos de l'explication de M. Frankland, j'ajoutais que la pression ambiante a probablement de l'influence sur la température même des gaz au moment de leur production, cette température étant moindre pour des pressions moins fortes. Les résultats donnés par les cordes-amorces ne me confirment pas

dans cette supposition, quoique les motifs indiqués en sa faveur persistent à me paraître exacts [1].

« En somme, la différence très-prononcée que manifestent les fusées et les cordes-amorces, quant à l'influence de la pression atmosphérique lors de leur combustion, n'est pas facile à expliquer. Cette différence tient-elle uniquement à la manière suivant laquelle les produits gazeux de la combustion peuvent s'échapper, ou bien dépend-elle peut-être de ce que, dans l'un des cas, la matière combustible est entourée de métal, tandis que dans l'autre elle est enveloppée par un tissu organique? . . . . Cette question demanderait, pour être résolue, des expériences nombreuses faites avec des cordes-amorces plus ou moins épaisses et enveloppées d'un tissu plus ou moins lâche. . . . »

Balfour Stewart. Sur le changement qui a lieu dans la force élastique d'un volume constant d'air atmosphérique sec entre 0° et 100°, et sur la température du point de congélation du mercure (*Philosophical Magazine*. Juin 1864).

L'auteur, à la suite d'une description détaillée de l'appareil dont il s'est servi, et de la méthode employée pour se procurer de l'air complétement sec, est arrivé au chiffre de 0,002040 comme représentant le coefficient de l'accroissement de l'élasticité de l'air pour chaque degré du thermomètre de Fahrenheit. Ce nombre ne diffère que légèrement de celui obtenu par M. Regnault, savoir 0,002036.

Le même physicien a trouvé dans des expériences récentes sur la congélation du mercure, que ce liquide se solidifie à une température constante; que cette température, telle qu'elle est accusée par le thermomètre à air, est de — 38°,85 centigrade, et par le thermomètre à mercure, de —38°,89. Il est probable que cette différence minime est due à une contraction particu-

[1] *Mémoire cité*, page 26.

lière que subit le mercure au moment de sa congélation, de la même manière que l'eau en pareil cas subit une dilatation : seulement dans le cas du mercure, le changement de volume est à peine sensible, à tel point qu'il est permis d'affirmer, qu'un thermomètre à mercure convenablement gradué indique la vraie température d'un milieu, même au moment où le mercure est sur le point de se convertir en solide.

HAGEN. SUR LA CHALEUR DES RAYONS SOLAIRES (*Philosophical Magazine*. Juin 1864).

Les résultats auxquels est arrivé l'auteur sont déduits d'observations faites à Madère par feu le Dr Hagen. En voici les plus importants.

1° La hauteur de l'atmosphère, en admettaut que les différentes couches d'air ont le même pouvoir absorbant, ne dépasse pas la 173me partie du rayon de la terre.

2° L'effet calorifique des rayons solaires, au moment où ils pénètre dans l'atmosphère, est tel qu'un faisseau de rayons d'un pouce carré de section peut-être regardé comme capable d'élever, dans l'espace d'une minute, la température d'un pouce cube d'eau de 0°,733 Cent.

3° La perte de chaleur qui a lieu pendant le passage des rayons à travers l'atmosphère, d'après des observations faites à différents jours et à différentes saisons, sous un ciel en apparence clair, diminue de quantités qui diffèrent notablement entre elles. Les logarithmes des facteurs, qui indiquent le degré d'absorption pour une longueur égale au rayon de la terre, varient entre —3 et —38.

La comparaison de ces résultats avec ceux obtenus par M. Pouillet fournit la preuve que pour le facteur ci-dessus mentionné, les résultats obtenus par le physicien français, tout en indiquant à la vérité des limites beaucoup plus étroites, dénotent cependant des valeurs qui coïncident avec celles obtenues par l'auteur. D'autre

part, M. Pouillet a trouvé que la chaleur des rayons solaires était moindre de un huitième que celle que leur attribue M. Hagen, différence qui provient probablement de ce que le premier a exagéré la hauteur de l'atmosphère, en la supposant égale à la 80me partie du rayon de la terre.

CHIMIE.

Dr William Marcet. Sur un acide colloïde constituant normal de l'urine humaine. (*Proceedings of the Royal Society*, tome 13. Juin 1864.)

L'auteur décrit dans ce mémoire le mode d'extraction et les propriétés d'un nouvel acide de nature colloïde, qu'il a trouvé exister constamment dans l'urine humaine, et qui paraît appelé à jouer un rôle important dans la chimie physiologique. Pour séparer cet acide de la sécrétion urinaire, le liquide mêlé avec du charbon animal est d'abord concentré, puis filtré, et la liqueur filtrée après précipitation par de l'eau de baryte, est soumise à la dialyse pendant 24 heures environ. On ajoute au liquide dialysé, après l'avoir préalablement filtré et concentré, de l'acétate de plomb basique qui précipite l'acide colloïde sous la forme d'un sel de plomb insoluble, accompagné d'un peu d'acide chlohydrique et d'autres impuretés. Le précipité, après avoir été lavé à grande eau, est décomposé par de l'hydrogène sulfuré, puis de nouveau traité par du charbon animal. Pour obtenir l'acide pur on se débarrasse de l'acide chlorhydique par le moyen du carbonate d'argent ; l'argent en excès est précipité par l'hydrogène sulfuré, et après dégagement de cette dernière substance par l'ébullition, on ajoute de nouveau au liquide de l'acétate de plomb basique. Le seul de plomb ainsi obtenu, après avoir été convenablement lavé, peut-être regardé comme pur, et on obtient l'acide à l'état de pureté en décomposant ce sel par l'hydrogène sulfuré.

Ce nouvel acide se décompose très-lentement à l'air ; il ne subit aucune perte ou décomposition par l'ébullition. Après avoir été concentré par la chaleur il devient d'une couleur plus foncée, acquiert une consistance siropeuse et un goût fortement acide, suivi d'un arrière-goût légèrement âcre et astringent. L'auteur n'a pu obtenir des cristaux du liquide syropeux. Séché à une température inférieure à 100° c, l'acide prend l'apparence d'un vernis transparent, devient très-hygroscopique et se dissout facilement dans l'eau, mais paraît à peu près insoluble dans l'alcool et dans l'éther. Il se charbonne par la combustion en émettant une odeur piquante, et lorsque la combustion est complète, il ne reste plus qu'une trace à peine perceptible d'un résidu inorganique. L'acide, quoique strictement colloïde, passe cependant à travers le dialyseur lorsqu'il est à l'état libre, mais pas avec la même facilité qu'un cristalloïde. Cette propriété diminue notablement lorsque l'acide est combiné avec une autre substance. Il ne paraît pas exercer d'action sensible sur la lumière polarisée.

Composition de l'acide colloïde. L'acide ne renferme dans sa composition que de l'oxygène, un peu d'hydrogène et beaucoup de carbone ; l'auteur n'a pu jusqu'ici établir d'une manière exacte la proportion de ces éléments. Le poids atomique de l'acide a été déterminé par l'analyse de son sel insoluble de plomb et de son sel de baryte. 100 parties d'urine se sont trouvé renfermer, dans la première série d'expériences, 66,3 plomb et 33,7 acide, et dans la seconde série, 72,2 baryte et 27,8 acide; ce qui correspond aux poids atomiques ;

Pour le composé de plomb	Oxyde de plomb.	111,5
	Acide.	56,7
		168,2
Pour le composé de baryte	Baryte	76,5
	Acide.	29,5
		106,0

Il est donc évident que l'acide forme deux sels, un sel acide et un sel neutre : l'auteur a adopté le nombre de 28,35 $\left(\text{ou } \frac{56,7}{2}\right)$ pour le poids atomique du nouvel acide. Le fait de l'existence de deux composés différents fournit l'explication de plusieurs phénomènes chimiques propres à cet acide et à ses composés.

Des composés de l'acide colloïde de l'urine. Les sels neutres de cet acide sont tous solubles. Il forme deux sels de plomb, dont l'un est insoluble dans l'eau et contient deux équivalents d'acide, et dont l'autre, soluble dans l'eau, contient évidemment un équivalent d'acide. On obtient le composé insoluble en ajoutant de l'acétate de plomb basique à une solution aqueuse de l'acide ou de ses sels neutres. Un excès de l'acétate basique redissout le précipité qui reparaît par l'addition d'acide nitrique étendu, pour être de nouveau finalement dissous dans un excès de cet acide minéral. Cependant la totalité de l'acide colloïde n'est pas précipitée par l'acétate de plomb basique, principalement à cause de la formation d'une certaine quantité d'acétate neutre qui paraît avoir la propriété de dissoudre le sel colloïde. Si l'on fait bouillir un mélange du sel de plomb insoluble avec de l'acétate de plomb neutre, il se dégage de l'acide acétique, preuve que le sel de plomb insoluble est un sel acide. Dans ce cas un équivalent de l'acide colloïde se combine avec un équivalent d'oxyde de plomb de l'acétate neutre, donnant ainsi lieu à la formation de deux équivalents du sel de plomb neutre ;

$$PbO, 2(\text{acide}) + PbO, C_4H_3O_3 = 2(PbO, \text{acide}) + C_4H_3O_3$$

Ce qui montre qu'il est impossible d'estimer d'une manière exacte la quantité de cet acide contenue dans l'urine par le moyen de l'acétate basique de plomb.

Sels de baryte et de chaux. Ces sels s'obtiennent facilement des carbonates. Ils renferment un équivalent de l'acide, sont solubles dans l'eau, et donnent des précipités avec l'acétate basique de plomb, le nitrate d'argent, le protonitrate de mercure et l'acide

tannique. Ces précipités sont d'autant plus abondants que la solution est plus concentrée L'addition d'acétate de plomb aux sels de l'acide ne donne lieu qu'à un très-léger précipité ; les autres réactifs n'en produisent aucun.

Le nouvel acide dissout l'argent du carbonate, sans qu'on puisse cependant arriver par ce moyen à le neutraliser complétement. Le sel de chaux de l'acide ne peut être complétement décomposé en le faisant bouillir avec du carbonate d'argent. En le faisant bouillir avec l'oxyde noir de cuivre, ce métal se dissout facilement et abondamment.

Des relations physiologiques de l'acide colloïde de l'urine. L'auteur a réussi à extraire de 8 litres d'urine 4,46 grammes de l'acide : il estime cependant que cette quantité est notablement au dessous de celle qui y existe réellement. L'acide en question existe très-probablement dans le sang, et paraît, d'après le Dr Marcet, jouer un rôle important dans la sécrétion du suc gastrique, en séparant l'acide chlorhydique du chlorure de sodium et en se combinant avec le sodium. Le sel de soude ainsi formé, étant un composé colloïde, resterait dans le sang, tandis que l'acide chlorhydique libre pénétrerait dans l'estomac.

La formation de l'acide colloïde paraît être le résultat de quelque transformation de la substance colloïde, non azotée du foie, connue sous le nom de glycogène. L'auteur, avant de proposer un nom pour ce nouvel acide, attend le résultat de quelques expériences qu'il a entreprises sur ses relations physiologiques.

Dr Wolcott Gibbs, Professeur à l'université de Harvard. Sur la détermination de l'azote par le poids. (*Journal américain de Silliman*, mai 1864.)

La méthode proposée par M. Bunsen pour l'analyse des nitrates et des nitrites ne permet pas de déterminer par une seule analyse tous les éléments constitutifs de ces sels. Cette méthode consiste à porter le sel à l'incandescence dans une atmosphère d'azote,

à absorber l'oxygène dégagé par le moyen du cuivre métallique, et à recueillir l'eau dans un tube de chlorure de calcium. L'azote contenu dans le sel est indiqué par la perte de poids de l'appareil.

Dans les analyses des nitrates et des nitrites dans lesquelles on cherche à déterminer la quantité d'azote seulement, le procédé suivant présente quelques avantages. On a un tube d'un verre très-dur de la longueur de six pouces environ, fermé à l'une de ses extrémités, et dont on détermine la capacité en le remplissant de mercure qu'on verse ensuite dans un récipient gradué. Après avoir pesé ce tube parfaitement sec et muni d'un bouchon en liége fin, on le remplit de cuivre métallique à l'état d'extrême division dans lequel on l'obtient par la réduction de l'oxyde de ce métal. On pèse ensuite le sel qu'on va analyser et on le mêle avec le cuivre, soit dans un mortier, soit en se servant d'un fil de métal qu'on promène dans le tube à cet effet. Cela fait, on pèse de nouveau le tube et son contenu, ce qui fournit le poids du cuivre employé, et on peut en déterminer le volume en divisant ce poids par la densité du cuivre métallique. On ajuste ensuite un tube de chlorure de calcium pesé avec soin comme pour une analyse organique, et on chauffe le tube à combustion de la manière ordinaire. Lorsque la combustion est terminée, on ferme au chalumeau l'extrémité ouverte du tube de chlorure de calcium, et on attend que le tube à combustion se soit complétement refroidi. On enlève alors le tube de chlorure de calcium, et on le pèse, de même que le tube à combustion muni de son bouchon. L'augmentation de poids du tube de chlorure fournit le poids de l'humidité que renfermait le cuivre, ainsi que celui de l'eau contenue dans le sel soumis à l'analyse. La perte de poids que subit le tube à combustion fournit la quantité d'azote contenu dans le sel, après correction faite pour l'oxygène du tube, l'humidité du cuivre et l'eau que renfermait le sel. Quant à l'oxygène contenu dans le tube à combustion, la correction s'établit d'une façon suffisamment exacte en défalquant le

volume du cuivre de celui du tube, en cherchant le poids de l'air restant, et en admettant que la totalité de l'oxygène de cet air a été absorbée par le cuivre. On trouve quelquefois de l'avantage à placer un fragment d'asbeste entre le cuivre et le bouchon, mais cette disposition nécessite une nouvelle correction. Sur deux analyses faites par l'auteur d'après la méthode ci-dessus, la première, un échantillon de nitrate de potasse pur, a fourni 13,86 % d'azote, la formule KO,NO^5 correspondant à 13,86 % d'azote. Dans la seconde, un échantillon de nitre du commerce a fourni 13,7 % d'azote; un fragment du même échantillon analysé par la méthode de Simpson, dans laquelle on détermine le volume d'azote, a aussi fourni 13,7 %. L'analyse entière, telle que la décrit l'auteur, peut être faite en une heure et demie par un seul opérateur. Il est facile de comprendre que cette méthode soit applicable à tous les nitrates et nitrites inorganiques, qu'ils soient hydratés ou anhydres, mais qu'elle ne peut être employée pour l'analyse des sels organiques ou ammoniacaux. Dans l'analyse des nitrates ou nitrites inorganiques d'après la méthode de Simpson, il n'est pas nécessaire de se servir d'oxyde de mercure pour empêcher la formation du deutoxyde d'azote : il suffit pour cela de mêler le sel avec du cuivre métallique pur, ce qui permet de réduire notablement les dimensions du tube à combustion. L'auteur dit avoir trouvé de l'avantage à expulser l'air du tube à combustion au moyen d'une petite pompe, avant que de provoquer le dégagement de l'acide carbonique du carbonate de manganèse. En remplissant itérativement le tube d'acide carbonique à mesure qu'on le pompe, il parvient à se débarrasser complétement de l'air atmosphérique avant de procéder à la combustion. Il recommande aussi d'étirer le tube au moyen de la flamme d'une lampe à gaz de Bunsen, ayant remarqué qu'il est difficile d'obtenir une fermeture suffisamment hermétique avec un bouchon et un tube de caoutchouc.

G. Lemoine. Recherches sur l'action du phosphore rouge sur le soufre. (*Comp. rend. Acad. des sciences*, t. LVIII, p. 890.)

En variant les proportions de soufre et de phosphore rouge, l'auteur a obtenu deux composés $Ph^2 S^3$ et $Ph S^3$ dont le premier est nouveau.

Le sesquisulfure de phosphore se produit, quel que soit l'excès de phosphore rouge employé; il forme une substance jaune, cristallisant de sa dissolution dans le sulfure de carbone, en prismes rhomboïdaux de 81°30′. On peut le sublimer à 260°, et alors l'aspect de ses cristaux et leur action nulle sur la lumière polarisée montrent qu'il est dimorphe. Ce sulfure fond à 142°, se volatilise entre 300° et 400°; il se dissout, surtout à chaud, dans le sulfure de carbone et dans le chlorure de phosphore; l'alcool et l'éther le dissolvent, mais en le décomposant; à froid, l'air et l'eau sont sans action sur lui; il s'enflamme au contact de l'air quand la température devient voisine de 100°; le chlore et les alcalis le décomposent, mais il se dissout intégralement dans les sulfures de potassium et de sodium. M. D.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Nouveaux documents relatifs a l'antiquité de l'homme [1].

L'ancienneté de l'homme, appendice, par Sir Ch. Lyell : *L'homme fossile en France*; Paris, 1864, 8°.

MM. J.-B. Baillière et fils viennent de réunir dans un volume tous les docuents qui ont été publiés sur l'homme fossile depuis l'apparition de l'ouvrage de Lyell, c'est-à-dire pendant l'espace d'un an. Leur nombre et leur importance montrent avec quelle rapidité la science a marché. Ce volume contient :

1° La traduction d'un appendice publié par Sir Ch. Lyell lui-

[1] Voyez *Bibl. univ.*, *Archives*, août et septembre 1863 et avril 1864.

même et destiné à compléter son ouvrage sur l'ancienneté de l'homme.

2° Une série d'articles sur l'homme fossile en France, reproduction de mémoires ou notes présentés aux sociétés savantes ou publiés par divers observateurs. Ces articles concernent l'homme fossile de Moulin-Quignon et ceux de Chartres (Desnoyers), du centre de la France (de Vitraye, Lartet, Christy), du Périgord (Lartet et Christy), de l'Aveyron (Cazalis de Fondouce), de Bruniquel (Garigou, etc.), de la Haute-Garonne (Lartet), de l'Ariége (Fontan, Garigou et Filhol), des Hautes-Pyrénées (Alph. Milne-Edwards, Garigou, etc.) et du Bas-Languedoc (Boutin, Gervais).

Découverte de nouveaux ossements humains à Moulin-Quignon. — Nous extrayons du Journal *l'Abbevillois*, du 19 juillet 1864, l'importante communication qui suit. Elle nous paraît mettre fin à toutes les incertitudes sur l'authenticité de la fameuse mâchoire.

« On n'a pas oublié la mâchoire humaine trouvée au Moulin-Quignon, par M. Boucher de Perthes, en mars 1863, la discussion internationale à laquelle elle a donné lieu, la réunion dans nos murs des savants des deux pays et la décision célèbre qui a déclaré l'authenticité de la mâchoire et, dès lors, la réalité si contestée de la fossilité de l'homme.

« Nonobstant ce jugement qui n'avait été prononcé qu'après une vérification scrupuleuse faite sur les lieux, il y eut encore des dissidents. M. Boucher de Perthes, ne voulant pas qu'il restât l'ombre d'un doute, continua ses recherches.

« Le chômage de la carrière, dont les travaux furent interrompus de la fin de 1863 jusqu'en mai 1864, lui permit de poursuivre cette étude sans intermédiaire. Les ouvriers ne furent donc pour rien dans ses nouvelles découvertes : tout y fut vu en place et tiré du banc de sa main.

« Depuis longtemps il avait remarqué des débris osseux assez ordinairement enfermés dans des agglomérations sableuses, et

qui échappaient ainsi aux regards des géologues et des terrassiers eux-mêmes. Il les fit remarquer à ceux-ci, qui n'y purent reconnaître des os, et les nommèrent des *cailloux pourris*. Les anatomistes, à qui il les montra, en admettant que c'étaient bien des débris organiques, les trouvèrent trop frustes ou trop détériorés pour être sûrement dénommés.

« Les choses en étaient là lors de la découverte de la mâchoire. Elle confirma M. de Perthes dans sa conviction que ces débris si dédaignés avaient plus d'importance qu'on ne le pensait, et qu'eux aussi étaient des restes humains.

« Avec la constance qu'on lui connaît, il continua donc à explorer le banc de Moulin-Quignon, et, de juin 1863 jusqu'à ce jour, il y pratiqua plus de quarante fouilles.

« De nombreux fragments d'ossements d'hommes et d'animaux extraits par lui à 2, 3 et 4 mètres de la superficie dans des terrains non remaniés et où n'existent ni éboulement, ni fissure, rien enfin de ce que les géologues nomment *puits*, furent le prix de ce long travail. Mais ce n'était pas assez qu'il trouvât lui-même ces précieux restes, il était nécessaire pour prévenir toutes dénégations, que d'autres en trouvassent comme lui. Le 24 avril dernier, il pria donc M. Jules Dubois, médecin de l'Hôtel-Dieu d'Abbeville, d'assister à l'une de ces fouilles. M. Dubois s'empressa de se rendre à cette invitation.

« Plusieurs fragments d'os roulés, trop petits pour être définis, furent d'abord déterrés à 2 mètres de la superficie dans la couche jaune-brun. A 60 centimètres plus bas, M. Dubois vit en place un os ayant 8 centimètres de long qui, débarrassé de sa gangue, fut reconnu par lui pour un os sacrum humain.

« La fouille fut portée ensuite à l'autre extrémité de la carrière où se montrait une couche de sable gris jaunâtre, dit *sable aigre*, coupant la couche brune, couche si dure, qu'ici la main ne suffisait plus, il fallut employer la pioche. Une dent humaine en partie engagée dans sa gangue sableuse fut, par eux, vue en place et extraite du banc par M. de Perthes, avec le silex auquel elle était jointe.

« Une autre fouille fut encore faite le 1er mai, par MM. de Perthes et Dubois. La couche ferrugineuse de droite leur fournit à 2 mètres 25 centimètres de profondeur, trois morceaux de crâne très-endommagés, mais probablement humains. La couche grise de gauche leur donna quelques autres os non encore déterminés, et un fragment de dent humaine.

« Le 12 mai, M. Hersent-Duval, propriétaire de la carrière et bien connu des géologues pour l'obligeance toute désintéressée qu'il met à les laisser explorer son terrain, se trouvant sur les lieux, désira assister à une fouille, et il put, lui aussi, voir en place à 2 mètres 3 centimètres de profondeur et extraire de sa main un fragment de crâne humain.

« Le 17, M. Martin, curé de St-Gilles, ancien professeur de rhétorique et de géologie au séminaire de St-Riquier, dont personne ici n'ignore le haut savoir, et M. l'abbé Dergny, membre de la Société d'émulation, s'adjoignirent à M. de Perthes pour opérer une fouille. Elle fut couronnée d'un plein succès. Après s'être assurés de l'état normal du terrain ou de son non-remaniement, et avoir examiné divers fragments qui s'étaient détachés du banc avant leur arrivée, ils y virent en place et en retirèrent, sans intermédiaire d'ouvriers, un os qui, débarrassé de sa gangue, se trouva être un crâne humain, lequel les frappa par l'étrange dépression de la partie supérieure. Le bord de ce crâne, émoussé par le frottement, démontre son antiquité, et ces messieurs ne doutèrent pas qu'il ne fût là depuis l'origine du banc.

« Le lundi 9 juillet, une commission, composée de MM. Sauvage, adjoint du maire d'Abbeville, L. Trancart, propriétaire et maire de Laviers, Auguste de Caïeu, avocat, Marcotte, bibliothécaire et conservateur du musée, Jules Dubois, déjà nommé, tous membre de la Société d'émulation, opéra une fouille dont les résultats furent également concluants. Plusieurs fragments d'os humains furent vus en place et retirés par eux de leur gisement.

« Une vérification plus solennelle encore se préparait. Le 16

de ce mois, la même commission se réunit de nouveau, en s'adjoignant M. Buteux, ancien membre du conseil général de la Somme, qui vient d'être décoré de la légion d'honneur pour ses beaux travaux géologiques, M. de Mercey, géologue bien connu, venu exprès de Paris, M. le baron de Varicourt, chambellan du roi de Bavière, venu d'Amiens, M. Girot, professeur de physique et de géologie au collége d'Abbeville, M. du Villepoix, membre de la Société d'émulation. Alexandre Catel, M. Oswald Dimpre, et plusieurs autres personnes qui se réunirent spontanément à la commission et dont nous regrettons de ne pas savoir les noms.

« Par cette réunion d'hommes, tous amis de la science et de la vérité, une fouille fut encore pratiquée et poussée jusqu'à la craie; plusieurs os humains, dont l'un trouvé sur la craie même, y furent vus en place par la commission et recueillis par elle. Tous les ossements, parmi lesquels se trouvent aussi des débris d'animaux, seront l'objet d'une étude spéciale dont, à la demande de la commission, s'occupe M. le docteur Jules Dubois.

« M. Boucher de Perthes, en poursuivant à Moulin-Quignon ses découvertes anthropologiques, en fit une encore que les géologues n'apprécieront pas moins : ce sont des coquilles marines très-roulées et réduites pour la plupart à l'état de petits galets blancs fort ressemblants à ceux de silex pour lesquels on a pu les prendre. Il les a trouvées dans les couches brune et grise de 1 mètre 50 cent. à 3 mètres de la superficie et mêlées avec les os. Il pense qu'en étudiant soigneusement les autres bancs de diluvium, notamment ceux où l'on a découvert des silex taillés, on doit y trouver aussi des débris humains, d'ailleurs assez difficiles à distinguer des silex bruts dont ils ont pris la couleur et presque la forme par les parties de sable, de graviers et les petits cailloux qui s'attachent à leurs anfractuosités et avec lesquels ils font corps.

« *P.-S.* On nous apprend que parmi les os recueillis par M. de Perthes, se trouvent deux fragments d'une mâchoire supérieure, et une mâchoire inférieure presque entière également humaine

et qui, dit-on, se rapproche beaucoup, quant à la forme, de celle du 28 mars 1863 ; elle était à 4 mètres 30 cent. de profondeur et à 22 mètres de la place où gisait cette dernière.

Découverte d'un homme fossile PITHÉCOIDE, *dans une caverne des environs de Gibraltar.* Busk, *The Reader*, 23 juillet 1864. — Les partisans des idées de Darwin, qui attribuent à l'homme et au singe un aïeul commun, attendent avec impatience le moment où de nouvelles découvertes feront connaître ou un singe plus anthropomorphe que ceux du monde actuel, ou un homme plus *pithécoïde* que les races vivantes, c'est-à-dire présentant des caractères qui le rapprochent davantage du singe.

Ce résultat paraît à M. le prof. Busk avoir été obtenu par la découverte, à Gibraltar, de crânes encore plus aplatis que celui du Néander-Thal. Nous donnons ci-dessous une traduction de la lettre que ce savant géologue a écrite au rédacteur du journal *The Reader*. Celui-ci pense que ces curieuses découvertes forment la *pièce de résistance* dans le programme de la prochaine réunion de l'Association britannique à Bath.

« Le 30 janvier dernier vous m'avez permis de publier la découverte, à Gibraltar, d'une caverne, ou plutôt d'une série de cavernes et de fissures sur Windmill Hill, par M. le capitaine Brome, gouverneur de la prison militaire de la forteresse. J'ajoutais que M. le capitaine Brome avait expédié quelque temps avant une grande et riche collection de divers fragments animaux et humains que nous étions occupés à étudier, M. le docteur Falconer et moi.

« Dès lors nous avons reçu de M. Brome une seconde consignation très-considérable de fragments semblables provenant de la même localité, le tout arrangé et étiqueté avec le plus grand soin, comme l'avait été l'envoi précédent. Plus récemment encore, M. le capitaine Sayer nous a apporté des ossements humains et autres venant d'un autre endroit, à environ deux cents pieds plus bas que le plateau de Windmill Hill. Ces restes furent re-

cueillis, à ce que nous avons compris, il y a quelques années par sir James Cochrane, dans une caverne très-profonde et jusqu'alors inexplorée, dont l'entrée se trouvait dans son jardin. Nous avons encore reçu, ces derniers jours, des ossements humains, et, entr'autres, d'envoi de M. Brome : mais nous ne savons pas exactement la localité dont ils proviennent. Nous avons aussi reçu de M. Mawe deux morceaux de brèches osseuses contenant de nombreux fragments, parmi lesquels le plus important est une grande portion du plastron d'une espèce de tortue. Enfin M. le capitaine Douglas Galton nous a communiqué deux grands fragments de brèche osseuse provenant de Camp-Bay, tout près de la baie de Rosia.

« Dans ma lettre précédente j'avais donné une liste provisoire des principaux animaux dont les os s'étaient trouvés dans le premier envoi de M. Brome, et j'avais mentionné quelques particularités remarquables dans plusieurs des ossements humains. Le second envoi de M. Brome n'a pas présenté beaucoup d'espèces autres que celles du premier, mais il a été fort utile en fournissant les moyens de bien identifier la plupart d'entr'elles. Les ossements humains se sont trouvés en grande quantité dans le second comme dans le premier envoi, mais seulement à l'état de fragments, surtout en ce qui regarde le crâne. Nous avons dans ces deux collections environ 400 fragments de crâne, la plupart très-petits et offrant l'apparence d'une fracture très-ancienne.

« De toute cette masse je n'ai réussi à recomposer que la moitié du crâne d'un individu et de plus petites portions de trois ou quatre autres crânes. Mais le plus grand spécimen suffit pour donner quelque idée du contour général et de la dimension du crâne entier, et, étudié conjointement avec les autres et avec des fragments d'os frontaux et maxillaires, il fournit un aperçu de la conformation de la tête de quelques-uns des êtres humains qui ont vécu sur le roc de Gibraltar. Une des conclusions que j'avais été porté à adopter, c'est que du moins les mâchoires inférieures ont dû appartenir à deux types distincts, et cette idée était con-

firmée par le fait que d'autres os du squelette offrent des caractères distinctifs remarquables.

« Parmi les os de la cuisse et de la jambe appartenant peut-être à 35 ou 36 individus différents, il y en a d'assez singuliers, on peut dire d'assez monstrueux dans leur forme pour avoir excité l'étonnement de tous les naturalistes qui les ont vus. Malgré toutes nos recherches, nous n'avons jamais aperçu ou entendu parler d'os semblables dans les collections de ce pays-ci. A Paris, grâce à l'obligeance de M. Pruner-Bey et de M. Lartet, M. le docteur Falconer a obtenu, dans le but de les comparer, des ossements d'Algérie et un os venant de Laugerie dans la vallée de la Vézère, qui s'approchent du même type.

« Dans ces circonstances toute addition à nos matériaux anthropologiques de Gibraltar devait être pour nous de la plus haute importance. Le crâne humain apporté par le capitaine Sayer de la caverne inférieure ou caverne de sir J. Cochrane a été pour nous une bonne acquisition. Il est heureusement dans un état de parfaite conservation, sauf en ce que la mâchoire inférieure appartient à un autre individu, ce qui ne nous permet pas de déterminer le caractère de cet os important. Le crâne lui-même, comme la plupart des os qui l'accompagnent, était incrusté dans une masse stalagmitique grise et très-dure de plusieurs pouces d'épaisseur en quelques endroits, et résultant évidemment d'un dépôt très-lent et très-ancien. Cette matière une fois enlevée, les os ont paru aussi frais et bien conservés que s'ils avaient été soigneusement macérés et nettoyés. Le crâne est petit, à forme arrondie et symétrique : nous ne l'avons pas encore suffisamment étudié pour que nous puissions formuler une opinion sur ses affinités les plus probables. Il offre ceci de très-intéressant, c'est qu'il est associé avec plusieurs os de la jambe offrant une forme comprimée très-remarquable à laquelle nous avons déjà fait allusion et parmi lesquels il y en a un qui, par la condition de l'os lui-même et la parfaite similitude de l'incrustation calcaire qui le recouvre, appartient probablement au même

individu que le crâne. Ceci nous fournirait une donnée sur la conformation du crâne de la race *platycnémique* (ou à tibia tranchant), ce qui serait fort intéressant.

« L'addition la plus importante que nous ayons reçue aux ossements humains de Gibraltar s'est trouvée dans le dernier envoi de mon ami M. Brome. Cette collection contient, outre plusieurs os de quadrupèdes, la plus grande portion d'un crâne humain et une mâchoire inférieure d'un autre individu. Ce crâne ressemble dans tous ses points importants au fameux crâne du Néanderthal, mais, à beaucoup d'égards, il offre un bien plus haut intérêt, en ce qu'il a conservé la région occipitale entière, y compris le bord postérieur du *foramen magnum*, une grande partie de la base, un os temporal entier (donnant ainsi la position précise du conduit auditif), et enfin presque toute la face, y compris la mâchoire supérieure, avec la plupart des dents qui sont considérablement usées et d'une manière assez curieuse. Comme ces portions manquent sur le crâne du Néanderthal, dont ce crâne-ci semble être à d'autres égards la contre-partie, on ne saurait estimer trop haut la valeur de cette découverte pour l'étude de l'homme ancien ; elle ajoute aussi énormément à l'intérêt scientifique du spécimen du Néanderthal, en montrant que ce spécimen ne représente pas, comme quelques-uns l'ont cru, une simple particularité individuelle, mais qu'il offre peut-être les traits caractéristiques d'une race qui s'est étendue du Rhin jusqu'aux Colonnes d'Hercule ; car, comme qu'il en soit de la découverte au bord de la Dussel, M. le prof. Mayer n'admettra guère que quelque cosaque rachitique, engagé dans la campagne de 1814, ait pu se glisser dans une fissure fermée du roc de Gibraltar.

« Comme ce crâne va, je l'espère, être prochainement décrit et figuré, je n'entrerai pas maintenant dans plus de détails ; mais j'ajouterai qu'à plusieurs égards, et peut-être précisément parce qu'il est plus complet, il présente des caractères *pithécoïdes* plus marqués encore que le spécimen du Néanderthal, et que d'après

l'état minéral de la matière osseuse et, à part même du caractère intrinsèque de sa forme, il ne peut y avoir aucun doute sur son énorme antiquité. Les autres ossements qui l'accompagnent et qui proviennent de la même localité, ne sont pas, il est vrai, ceux d'espèces éteintes, mais ils appartiennent à une espèce de bouquetin dont les restes sont très-abondants sur le roc dans les brèches les plus anciennes. Or, ces brèches contiennent une ou peut-être deux espèces éteintes de rhinocéros et celles de plusieurs autres animaux qui sont éteints pour ce qui regarde l'Europe.

« Il me sera permis de profiter de cette occasion pour annoncer qu'ayant à peu près terminé l'étude et la détermination des espèces des grandes collections de Windmill Hill, nous comptons, si possible, en communiquer les résultats principaux à la prochaine réunion de l'Association britannique. On pourra alors juger de la grande valeur de ces collections, non-seulement au point de vue anthropologique, mais aussi à celui de la distribution et des affinités de l'ancienne faune du sud de l'Europe.

« J'ajouterai seulement que si quelqu'un est en possession de morceaux de brèches osseuses ou de fragments retirés des cavernes ou des fissures de Gibraltar, non encore publiés, ce nous serait très-utile d'en avoir connaissance et d'avoir la faculté de les examiner. Nous avons l'intention d'aller prochainement à Gibraltar pour réunir autant que possible tous les éléments de cette importante étude et pour examiner en place les conditions dans lesquelles se trouvent les différentes classes de fossiles des cavernes. GEO. BUSK. »

16 juillet 1864.

Wilhelm His et Ludwig Rutimeyer. Crania Helvetica. Sammlung schweizerischer Schædelformen. Basel und Genf, 1864. 1 vol. in-4° avec atlas de 82 planches doubles. — L. Rutimeyer. Die Bevœlkerung, etc. De la population des Alpes (*Jahrbuch des Schweizer Alpenclubs*, 1864). — A. Ecker. Crania Germaniæ meridionalis occidentalis, in-4°. Freyburg, 1863. — Carl Vogt. Leçons sur l'homme, sa place dans la création et l'histoire de la terre (*Vorlesungen über den Menschen, seine Stellung in der Schœpfung und in der Geschichte der Erde.* 2 vol. in-8°. Giessen, 1863).

De tous côtés surgissent des travaux relatifs à la forme du crâne humain. Des observateurs nombreux et exacts mesurent micrométriquement, pour ainsi dire, et dans tous les sens les crânes des divers pays et de diverses époques. Retzius, Morton, Nilsson, Steenstrup, Baer, ont ouvert la marche et l'on s'est précipité en foule sur leurs traces. Ces nombreuses recherches ont déjà conduit à plus d'un résultat intéressant. Il est cependant encore permis de douter qu'on ne se soit point exagéré la portée ethnographique et physiologique de ce développement récent de la craniologie. C'est ce que l'avenir démontrera.

Quoi qu'il en soit, les ouvrages dont les titres précèdent ont droit tout spécialement à notre attention, soit parce qu'ils sont éclos près de nous, soit parce que trois d'entre eux, tout au moins, ont pour objet l'étude des formes de crâne dans les pays qui nous avoisinent. Le plus important a pour auteur M. His, mais les observations dont il rend compte ont été faites avec la collaboration de M. Rütimeyer. Ces deux savants ont étudié surtout ces musées anthropologiques fort riches que recèlent certains cantons catholiques sous le nom modeste d'ossuaires et dont l'accès avait été jusqu'ici fermé aux adeptes de la science. Les collections cantonales et particulières leur ont fourni en outre d'amples matériaux.

Le résultat de la comparaison de tous ces crânes a été la dis-

tinction de quatre types auxquels M. His donne, d'après les lieux où ils ont été trouvés en plus grande abondance, les noms de type de Sion, type de Hohberg, type de Bel-air et type de Dissentis. Les trois premiers sont dolichocéphales, mais à des degrés très-divers. Le type de Hohberg est le plus décidément dolichocéphale, tandis que celui de Bel-air et celui de Sion se rapprochent plus de la mésocéphalie. Quant aux crânes de Dissentis, ils sont entièrement brachycéphales.

Les crânes de Dissentis, que M. Rütimeyer appelle aussi crânes grisons, sont répandus dans toute la Suisse, depuis l'extrême orient jusqu'à Genève et à Bâle. Dans plus de vingt ossuaires des Grisons, d'Uri, d'Unterwald, de Lucerne, de Soleure et du Jura français, ils forment près de 80 pour cent de la totalité des crânes. C'est du reste à ce type qu'appartient la majorité de la population actuelle de la Suisse. Cependant ses localités classiques paraissent être, outre certaines vallées des Grisons, le canton de Soleure, le champ de bataille de Dornach, l'Emmenthal bernois et le Pays-d'Enhaut vaudois. Cette forme de crâne est aussi répandue dans toute l'Allemagne méridionale, et comme elle appartient généralement à l'époque récente, on est tenté de l'attribuer à la race germanique. Il est vrai que Retzius, se basant surtout sur l'étude des Allemands du nord, considérait la race germaine comme dodichocéphale, mais cette opinion a déjà été ébranlée par M. Welcker, et il est possible que les Germains, à l'époque de leur invasion en Suisse, ne formassent déjà plus une seule unité ethnologique. Dans ce cas, les crânes de Dissentis appartiendraient plus spécialement à la branche allémanique. La collection de M. Troyon renferme cependant deux crânes de Dissentis appartenant à une époque beaucoup plus ancienne, puisqu'ils proviennent des habitations lacustres du lac de Bienne. Cette circonstance, rapprochée de la fréquence du type de Dissentis dans la Suisse romande, conduit M. His à supposer qu'il existait déjà une race brachycéphale en Suisse avant l'invasion celtique.

Les crânes de Dissentis ont une forme presque cubique que,

dans certains cas, grâce à l'élévation du front et de l'occiput, on pourrait taxer de forme de tour. Les crânes de Hohberg ont une forme tout opposée, celle d'un ovale allongé avec l'occiput pointu et saillant, tandis que la région temporale est comprimée. M. Rütimeyer remarque qu'on pourrait appeler ces crânes ceux des Huns, car on les trouve principalement dans les localités connues sous le nom de tombeaux des Huns. Toutefois ces tombeaux appartiennent à l'époque romaine du Ier au Vme siècle, et comme la forme de ces crânes coïncide assez bien avec celle des vrais Romains, on doit sans doute les considérer comme des crânes romains [1]. Dans les tombeaux récents et à l'époque actuelle ce type paraît manquer à l'état de pureté.

La troisième forme de crânes que M. His appelle le type de Sion et M. Rütimeyer le type helvétique, paraît avoir été répandue en Suisse longtemps avant l'invasion romaine. C'est la forme que présentent presque tous les crânes trouvés jusqu'ici dans les habitations lacustres, même de l'époque de la pierre. Par son développement moyen, cette forme l'emporte sur les deux précédentes, parce qu'elle réunit une grande longueur avec une région occipitale fort large. Du reste, ces crânes n'appartiennent point exclusivement à la période des habitations lacustres, mais on les retrouve çà et là dans les tombeaux de toutes les époques, jusque dans les ossuaires actuels, principalement dans les petits cantons et le canton de Soleure.

Enfin la quatrième forme, celle du type de Bel-air, offre peut-être un intérêt moindre, en ce sens qu'elle est relativement rare. On n'en a trouvé jusqu'ici que 5 ou 6 exemples provenant de

[1] M. Vogt figure un crâne très-dolichocéphale et à arcades sourciliaires très-saillantes qu'il rapporte à ce type. Ce crâne singulier serait dans tous les cas d'une forme un peu dégradée, puisque M. Vogt n'hésite pas à le comparer à ces crânes sémi-pithécoïdes d'Engis et du Néanderthal, dont on a fait tant de bruit. C'est aux caractères d'infériorité incontestable de ce crâne isolé que le type d'Hohberg doit d'avoir été attribué par M. Vogt dans un moment de jovialité aux missionnaires qui introduisirent le christianisme d'Irlande en Suisse.

tombeaux du Ve au IXe siècle dans la partie burgonde de la Suisse. Peut-être cependant son importance est-elle plus grande qu'elle ne semble au premier abord, s'il est vrai, comme M. His croit l'avoir remarqué, que cette tête burgonde soit encore aujourd'hui répandue chez les patriciens vaudois.

L'ouvrage de M. Vogt n'a point pour but exclusif, comme ceux de MM. His, Rütimeyer et Escher, de faire connaître des observations propres et entièrement nouvelles. C'est plutôt un résumé coordonné et critique des nombreux travaux faits durant ces dernières années sur l'anthropologie au point de vue surtout de l'histoire naturelle et de l'origine de l'homme. C'est en langue allemande le pendant de l'ouvrage anglais de M. Huxley sur la place de l'homme dans la nature, seulement l'œuvre de M. Vogt comprend des points de vue plus nombreux et plus variés. Il n'est pas possible d'analyser ici un ouvrage de cette nature; ce serait d'ailleurs dommage de le dépouiller de sa verve humoristique. Nous nous contenterons d'indiquer le résultat auquel l'auteur arrive en ce qui concerne les origines humaines. Ce résultat semble, en effet, le seul vraisemblable dans l'état actuel de la science.

L'étude des races humaines dans leur état actuel et dans la série des temps, soit historiques, soit préhistoriques, nous montre toujours la famille humaine divisée en races distinctes. Ces races semblent même avoir été plus tranchées encore à une époque plus ancienne qu'elles ne le sont aujourd'hui. Il ne peut y avoir, en effet, de caractères craniologiques plus opposés que ceux des anciens hommes troglodytes de la Belgique et de la Prusse rhénane et ceux des pseudo-lapons de l'âge de pierre en Danemark. Tout semble indiquer que l'avenir nous réserve aussi en Amérique et en Asie la découverte de types antiques bien différents de leurs contemporains d'Europe. Rien, au contraire, ne permet d'espérer qu'on trouve un jour une forme intermédiaire unique entre l'homme et les quadrumanes. L'union généalogique entre l'homme et le groupe pithécoïde est cependant aujourd'hui la seule solution vraisemblable de la question des origines humai-

nes au point de vue des sciences naturelles. Mais cette solution n'implique point la conséquence que certaines personnes ont faussement tirée de la théorie Darwin ou en général de la théorie de la modification graduelle des espèces, savoir que tous les hommes descendraient d'un couple commun. Cette prétendue conséquence répugne au contraire à l'esprit actuel des sciences naturelles. Les différentes races humaines remontent vers l'ordre des quadrumanes en lignes parallèles et non en lignes convergentes. Il est probable que la géologie nous fournira un jour dans les couches tertiaires ou secondaires des types intermédiaires entre différentes races humaines et différentes espèces ou peut-être même différents genres de singes.

Ce point de vue que M. Vogt défend avec habileté mérite d'être rapproché des résultats auxquels M. Gratiolet a été conduit dans son étude du système nerveux des singes anthropomorphes. Ce rapprochement est d'autant plus intéressant que M. Gratiolet ne paraît pas pencher jusqu'ici vers le Darwinisme. Les trois principaux singes anthropomorphes, le gorille, le chimpanzé et l'orang sont tous à peu près également proches parents de l'homme dont ils se distinguent chacun par des caractères spéciaux. Toutefois, d'après M. Gratiolet, ces trois singes sont assez profondément différents les uns des autres, surtout au point de vue du système nerveux, et appartiennent à trois séries distinctes : le gorille forme le sommet de la série des mandrills, le chimpanzé le sommet de la série des macaques, et l'orang le sommet de la série des gibbons. Si ces trois séries, remarque M. Vogt, s'élevaient chacune jusqu'à un terme supérieur, elles produiraient trois races humaines distinctes dont deux dolichocéphales, issues du gorille et du chimpanzé, et une brachycéphale, issue de l'orang. La race descendant du gorille serait vraisemblablement caractérisée par le développement des dents et du thorax, celle provenant de l'orang par des bras longs et des cheveux blonds ou rouges, et celle issue du chimpanzé par une peau noire, des os faibles et des mâchoires moins massives.

Il ne s'agit, du reste, là que d'un exemple, car l'auteur ne veut point prétendre que les races humaines descendent directement des trois singes en question. La descendance généalogique des races humaines pourrait, en effet, fort bien se poursuivre par des races humaines pithécoïdes et des singes anthropomorphes, non encore découverts à l'état fossile, en laissant de côté les orangs, les chimpanzés et les gorilles.

A. Kœlliker. Sur la théorie Darwin. (*Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*. Tome XIV, 1864, p. 174).

Il est intéressant de voir la grande majorité des naturalistes éminents de nos jours se ranger peu à peu, sinon à la théorie de M. Darwin, du moins au principe de la transformation graduelle des espèces. M. Kœlliker est précisément un de ceux qui, rejetant la théorie de M. Darwin, reconnaissent néanmoins que ce savant est *du côté de la vérité*. Obligé de se prononcer pour la production des espèces, ou bien par génération spontanée soit génération primaire, ou bien par génération secondaire, c'est-à-dire par voie de génération par les espèces existant précédemment, M. Kœlliker choisit la seconde alternative. Il est d'accord en cela avec Lamark et avec M. Darwin, mais il ne peut consentir à accorder avec ce dernier un rôle prédominant à l'élection naturelle. L'objection principale faite par M. Kœlliker à la théorie de l'élection, c'est qu'elle est essentiellement téléologique. En effet, dans la théorie du savant anglais, les variétés utiles à l'espèce ont seules chance de se perpétuer et de supplanter les autres. M. Kœlliker a donc été poussé naturellement à chercher quelque chose pour mettre à la place de la théorie du « lion malade, » comme M. Huxley appelle M. Darwin. C'est ainsi qu'il est arrivé à sa théorie de la génération hétérogène.

La pensée fondamentale de cette nouvelle hypothèse sur l'origine des espèces, c'est que sous l'influence d'une loi naturelle, les êtres peuvent dans de certaines circonstances en engendrer d'au-

tres différents au point de vue de l'espèce, du genre, de l'ordre ou même de la classe. Cela pourrait avoir lieu de deux manières. D'abord des œufs fécondés pourraient dans de certaines circonstances se développer au delà de la norme et donner ainsi naissance à des formes d'organisation supérieure, puis une production d'organismes nouveaux pourrait aussi avoir lieu par voie de parthénogénèse.

L'histoire naturelle nous fait connaître certains phénomènes qui doivent empêcher de rejeter d'emblée cette hypothèse. Ces phénomènes sont surtout ceux de la génération alternante. Les hydrozoaires, par exemple, nous présentent trois types distincts, celui des polypes hydraires, celui des méduses craspédotes et celui des méduses acraspédotes, types indépendants les uns des autres dans certains genres et certaines espèces, mais intimement liés par voie génésique dans d'autres espèces. C'est ainsi que l'hydre de Trembley reproduit toujours des hydres semblables, soit par œufs, soit par bourgeons, tandis que l'*hydra tuba* n'est que le stade de scyphistome dans le développement de certaines méduses acraspédotes qu'elle engendre par bourgeonnement. Certains campanularidés, sertularidés et tubularidés se multiplient par des œufs engendrés par des individus hydroïdes bien différents des méduses. Chez d'autres espèces de ces mêmes groupes, les individus reproducteurs ressemblent déjà à des méduses ; chez d'autres enfin les polypes hydroïdes engendrent par bourgeonnement de véritables méduses acraspédotes, destinées à produire des œufs qui donneront naissance à de nouveaux hydroïdes. Enfin, de même qu'il y a des polypes hydroïdes qui n'engendrent que des hydroïdes semblables à eux-mêmes, il existe aussi des méduses qui n'engendrent que des méduses. Si l'on passe en revue toute la série de ces faits, on peut se demander s'il ne s'est pas passé et s'il ne se passe pas encore là une création d'espèces nouvelles par voie de génération hétérogène de telle sorte que les polypes hydroïdes engendrent des méduses.

M. Kœlliker se demande aussi si les larves bilatérales des échi-

nodermes ne se sont pas reproduites une fois uniquement sous la forme de larves, sans engendrer dans leur intérieur de bourgeons radiaires. Une question analogue se présente encore plus naturellement pour des nourrices de trématodes qui sont susceptibles de reproduire des nourrices toutes semblables avant d'engendrer des cercaires.

Quant à l'hypothèse que dans certaines circonstances l'œuf d'un animal puisse subir en quelque sorte un excès de développement et donner ainsi naissance à une forme supérieure, elle semble trouver une confirmation dans le fait que certaines formes inférieures sont souvent presque identiques au jeune âge de formes plus élevées. Un pérennibranche est, par exemple, très-semblable à la larve d'un triton, et le triton lui-même à la larve d'un batracien anoure.

Cette théorie de M. Kœlliker, bien que formulée peut-être pour la première fois d'une manière positive, n'est certainement point nouvelle pour une foule de naturalistes. Les découvertes des vingt dernières années sur le terrain de la génération alternante ont amené bien des naturalistes à laisser errer leur imagination dans cette direction. Lorsque Johannes Müller eut découvert l'*Entoconcha mirabilis* dans l'intérieur de la synapte digitée, il hésita pendant longtemps sur la portée de cette observation et nous nous souvenons de l'avoir entendu se demander à haute voix s'il n'avait pas là sous les yeux un exemple du procédé que suit la nature pour produire des espèces nouvelles. Il ne s'arrêta pas longtemps, il est vrai, à cette manière de voir, car il admit avec raison, selon toute vraisemblance, qu'il s'agissait d'un cas de parasitisme. Néanmoins l'idée que la nature pouvait produire dans certaines circonstances des espèces nouvelles par une voie analogue aux phénomènes de la génération alternante ne s'effaça jamais de son esprit. Et lorsque M. Edwards emprisonnait des larves de tritons dans une cage au fond de la Seine pour leur voir conserver leurs branchies pendant plusieurs années, n'était-il pas mû, d'une manière inconsciente peut-être, par l'idée que les circonstances ex-

térieures peuvent transformer un pérennibranche en batracien sans branchies ou vice-versa.

Pour ce qui nous concerne, nous reconnaissons pleinement l'importance qu'il faut accorder aux questions soulevées par M. Kœlliker dans le débat sur l'origine des espèces ; mais nous ne pensons pas que personne songe sérieusement à opposer sa théorie à celle de M. Darwin ou réciproquement. L'une, en effet, n'exclut point l'autre et il est probable que M. Darwin exploite déjà beaucoup des faits cités par M. Kœlliker de la même manière que ce dernier, sans renoncer pour cela à sa théorie. L'élection naturelle et l'hétérogénie, dans le sens que M. Kœlliker donne à ce mot, sont deux des facteurs, sans doute nombreux, de la production des espèces.

Le reproche de téléologie adressé par M. Kœlliker à la théorie Darwin nous touche peu. L'aversion instinctive de la plupart des naturalistes contre les doctrines téléologiques provient de ce que la téléologie ordinaire introduit un élément surnaturel dans l'étude rationnelle de la nature, ce qui est une *contradictio in adjecto*. Mais la téléologie Darwinienne n'est point dans ce cas ; c'est une téléologie nécessaire et à ce point de vue elle n'est point en opposition avec les exigences de la science. Comme M. Darwin l'a fort bien démontré, ce sont *forcément* les variétés présentant les particularités organiques les plus propres à assurer leur existence, c'est-à-dire les plus utiles, qui l'emportent dans le combat de la vie.

Prof. Reuss, Entwurf, etc. Esquisse d'une classification des foraminifères. (*Sitzungsber. der K. K. Acad. d. Wiss. zu Wien. Oct. 1861*). — Prof. Max Schultze, Polytrema miniaceum, un polythalame. (*Archiv f. Naturgeschichte*, 1863, p. 81, et *Annals and Mag. natural of history*. Déc. 1863, p. 409).

Nous avons rendu compte, dans ces *Archives*, de la nouvelle classification proposée par M. Carpenter pour les Foraminifères. Il est intéressant de voir cette classification, si différente de celle

jusqu'ici en vigueur, recevoir l'approbation des autorités les plus compétentes. La même division des Foraminifères en deux ordres, d'après la présence ou l'absence de pores dans la coquille, a été proposée par M. Reuss à peu près en même temps que par M. Carpenter, ou même un peu avant. Ces deux ordres reçoivent aussi l'approbation complète de M. Schultze. Ils paraissent donc être fort naturels, du moins aussi naturels que peut l'être une coupe systématique, qui, presque toujours, présente des difficultés d'application dans les détails. C'est ainsi que le genre Cornuspira, tel qu'il était compris jusqu'ici, renfermait, comme M. Schultze le remarque, une espèce à coquille brune, translucide et imperforée, et une autre à coquille hyaline et perforée. Grâce à cette circonstance, ces deux espèces, du reste assez semblables, se trouvent maintenant réparties dans deux ordres différents.

Parmi les Foraminifères imperforés, M. Reuss distingue deux groupes, ceux à coquille siliceuse (sablonneuse) et ceux à coquille compacte comme de la porcelaine. Parmi les Foraminifères perforés il en distingue trois : ceux à coquille hyaline finement poreuse, ceux à coquille calcaire à pores diversement inégaux, et enfin ceux dont les coquilles calcaires sont parcourues par un système ramifié de canaux.

Sous le nom de *Polytrema corallina*, Risso a décrit un petit organisme méditerranéen dont l'apparence est très-voisine de celle des Millépores, tellement que Linné l'avait décrit sous le nom de *Millepora miniacea*. Depuis lors MM. Carpenter, Gray, Krohn, Schultze ont reconnu dans les Polytrèmes de véritables Polythalames que le dernier de ces auteurs considère comme fort voisins de son genre *Acervulina*. Soit M. Krohn, soit M. Schultze furent frappés de l'existence dans les loges de ce Polytrème, de spicules siliceux très-semblables à ceux des éponges et faisant saillie par les petits orifices de la coquille. Cette découverte devait être rapprochée tout naturellement de celle de M. Gray qui a décrit des spicules semblables chez deux genres de Fo-

raminifères : *Carpenteria* et *Dujardinia*. M. Gray considère ces deux genres comme des formes intermédiaires entre les Foraminifères et les Spongiaires, et M. Carpenter se range à cette manière de voir.

Les Polytrèmes doivent-ils aussi être considérés comme des organismes intermédiaires entre les Polythalames et les éponges? C'est une question que M. Schultze s'est posée et qu'il a résolue après une étude approfondie, par la négative. Il montre que les Polytrèmes ne sont point, comme on pourrait le croire, des éponges à squelette calcaire réticulé, mais bien de vrais Polythalames. Dans ce cas les spicules siliceux peuvent ou bien avoir pénétré accidentellement dans le corps du Rhizopode, ou bien avoir été enveloppés par lui avec des substances nutritives, ou bien enfin appartenir à une éponge parasite. Par des arguments qui paraissent sans réplique, M. Schultze montre que les spicules appartiennent à une Clione, c'est-à-dire une éponge parasite. Cela explique du reste pourquoi on rencontre des Polytrèmes entièrement vides de spicules, et pourquoi ceux-ci, lorsqu'ils sont présents, ne remplissent que les chambres les plus superficielles du Polythalame.

Ce fait une fois établi, M. Schultze a dû tout naturellement se demander si les genres *Carpenteria* et *Dujardinia* n'avaient pas été établis pour des Foraminifères infestés par des éponges, et sa réponse a été affirmative. M. Carpenter s'était déjà posé la même question, mais il l'avait résolue en sens inverse. Il s'appuyait sur ce que la matière organique des chambres des *Carpenteria* est beaucoup trop dense pour appartenir à un Rhizopode. En cela il était dans l'erreur, car M. Schultze, autorité de premier ordre pour ce qui concerne les parties molles des Polythalames, déclare ces parties plus denses que le tissu des éponges.

G. Valentin. Beitræge, etc. Note sur le sommeil hibernant des marmottes (*Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre.* Band IX).

Ce travail est le douzième de la série consacrée par M. Valentin à l'étude de l'hibernation des marmottes. Il renferme essentiellement le récit d'expériences faites à l'aide d'un appareil thermo-électrique très-délicat, le thermo-multiplicateur. Cet instrument a permis à l'auteur de constater une différence de température en faveur de l'avant-train comparé à l'arrière-train, et de reconnaître que quelques mouvements respiratoires et quelques battements de plus chez l'animal engourdi suffisent pour élever d'une quantité appréciable la température des muscles de la cuisse. Si l'on réfléchit que la section des muscles, chez une marmotte complétement engourdie, n'entraîne au premier abord aucune hémorragie, on sera disposé à attribuer l'abaissement de la température musculaire dans la région postérieure du corps à l'absence de la circulation.

De même que chez les grenouilles, l'élévation de la température résultant de la contraction des muscles se laisse démontrer chez les marmottes engourdies par voie thermo-électrique. La tétanisation des muscles cervicaux pendant deux à cinq secondes suffit pour produire une élévation notable dans la température de l'oreille. Déjà un simple mouvement reflexe de l'animal endormi produit une élévation de température accusée par l'aiguille du thermo-multiplicateur. L'élévation de température résultant de l'irritation des nerfs est tout aussi appréciable lorsque cette irritation est mécanique que lorsqu'elle est électrique. Nous renvoyons à l'original pour les autres résultats intéressants dont plusieurs diffèrent, du reste, peu de ceux fournis par l'animal à l'état de veille.

BOTANIQUE.

Édouard Morren. Détermination du nombre des stomates chez quelques végétaux indigènes ou cultivés en Belgique (*Bull. Acad. roy.* de Belgique, 1864).

Les botanistes se sont contentés longtemps de la notion générale, mais peu précise, que les stomates abondent ordinairement du côté inférieur des feuilles et sont rares ou manquent complétement du côté supérieur. On savait aussi qu'ils sont plus nombreux sur les feuilles minces de la plupart des plantes que sur les feuilles charnues des plantes grasses. Graduellement les faits ont été mieux connus, mieux précisés. MM. Lindley, Thomson, Kroker et autres naturalistes ont indiqué, pour plusieurs espèces, le nombre moyen des stomates, de chaque côté de la feuille, dans une étendue déterminée. On a été surpris de voir que les feuilles du lilas, par exemple, ont 160,000 stomates par pouce carré du côté inférieur, aucun du côté supérieur, tandis que la vigne en a 13,600 du côté inférieur et point du côté supérieur, et le gui 200 seulement de chaque côté, pour la même étendue d'un pouce carré.

M. Ed. Morren a recueilli d'abord, dans les ouvrages, la liste de 50 espèces où divers auteurs avaient constaté les nombres. Il a fait ensuite des observations sur 38 espèces, communes dans la campagne ou dans les jardins, en ayant soin de répéter plusieurs fois l'observation pour chaque espèce et en déduisant les nervures de l'estimation des surfaces, puisque les stomates se trouvent seulement hors des nervures. Les chiffres sont donnés pour chaque côté des feuilles en millimètres carrés de surface moyenne. Les plantes qui ont offert sur deux millimètres carrés, l'un pris du côté supérieur, l'autre du côté inférieur de la feuille, moins de 100 stomates (de 67 à 91) sont les suivantes : avoine, bouleau, froment, seringat (*Philadelphus*), seigle, poirier. Celles qui en ont présenté de 2 à 300 sont les suivantes :

cerisier, lilas, abricotier, peuplier blanc, hêtre, peuplier de la Caroline, pommier, prunier, houblon, pomme de terre, noyer. Les feuilles de chêne et de soleil (*Helianthus*) en ont 345 et 379 ; celles de trèfle 542. Ces deux dernières feuilles ont seulement $^1/_3$ de stomates de moins du côté supérieur de la feuille que du côté inférieur. L'avoine, le froment, le seigle en ont un peu plus du côté supérieur que de l'autre, ce qui est en rapport avec leur disposition verticale ou tordue relativement à l'horizon. Sur les 38 espèces observées, 26 n'ont aucun stomate à la face supérieure.

L'apparence des feuilles, surtout leur degré de rigidité, ne peuvent pas faire présumer le nombre des stomates. En effet, la vigne et le houx, le chêne et le soleil, le seigle et le poirier, etc., se trouvent avoir les mêmes quantités de stomates par millimètre carré moyen, tandis que le poirier et le pommier, le pêcher et le prunier, le laurier-cerise et le noyer, etc., offrent de grandes différences sous ce rapport.

M. Ed. Morren dit avoir constaté par plusieurs expériences, dont il ne donne pas de détails, que l'absorption des gaz nuisibles par les feuilles, notamment celui du gaz acide sulfureux, *s'opère par les surfaces pourvues de stomates, en raison de leur nombre, et de nuit comme de jour*. Cette absorption est nulle par la surface supérieure des feuilles quand elle ne présente aucun stomate ; elle est nulle aussi quand sur une feuille on enduit la face pourvue de stomates d'une couche imperméable, de cire par exemple. La cause de l'absorption des gaz nuisibles pendant la nuit est que probablement les stomates restent alors un peu ouverts. Il se pourrait, en effet, que le rapprochement des deux côtés du stomate quand la lumière n'est pas intense, ne fût pas assez complet pour arrêter la communication des gaz de l'extérieur à l'intérieur du tissu des feuilles. Il est cependant difficile de concilier ce fait, ou du moins l'explication, avec la circonstance bien constatée que l'évaporation est presque nulle quand les stomates sont (ou paraissent) fermés, c'est-à-dire la nuit ou par un

temps sombre. L'évaporation suppose, en effet, un échange continuel d'air sec et d'air saturé d'humidité.

Nous avons été surpris de lire dans le mémoire de M. Morren la phrase suivante : « L'eau des pluies, de la rosée et des arrosements serait absorbée exclusivement par les stomates. « Cette phrase contredit de la manière la plus positive les assertions de M. Duchartre, fondées sur des expériences, que l'eau ne serait jamais absorbée par les surfaces foliacées. Les conclusions de M. Duchartre, à cet égard, sont assez singulières ; elles sont opposées aux opinions les plus répandues et même à la pratique des jardiniers, mais il faut bien les admettre, à moins de preuves contraires, et M. Morren n'en donne pas, il ne dit même pas en avoir par devers lui.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le Prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE JUILLET 1864.

Le 2, de 6 h. 25 m. à 7 h. 5 m. du matin, on voit l'arc tangent supérieur au halo ordinaire, ainsi que les deux parhélies. De 6 h. 43 m. à 7 h. 5 m. du soir, éclairs et tonnerres; l'orage passe du S. au NE. et atteint sa plus grande intensité vers 6 h. 50 m.

6, 7 et 8, hâle, surtout dans la matinée.

9, faible halo solaire dans l'après-midi; couronne solaire de 5 à à 6 h. et couronne lunaire de 6 h. à 7 h. du soir.

10, éclairs à l'horizon N. à NO. toute la soirée.

11, de 7 h. 5 m. à 7 h. 15 m. on voit très-distinctement le parhélie à la droite du soleil.

12, à 5 h. du soir, faible halo solaire; dans la soirée halo lunaire et couronne lunaire.

13, entre 5 et 7 h. du matin, trois orages éclatent successivement. Le premier, le plus violent, passe du Sud au Nord et atteint sa plus grande intensité vers 5 h. 30 m. Le second suit la même direction, mais en passant un peu à l'Ouest du zénith, et atteint sa plus grande intensité peu après 6 h. Le troisième passe de l'Ouest au NE. au Nord de l'Observatoire; les plus fortes décharges ont lieu vers 7 h.

15, hâle dans la matinée.

16, éclairs et tonnerres de 7 h. 48 m. à 8 h. 45 m. du soir, l'orage suit la direction de SSO. au SSE. au Sud de l'Observatoire et atteint sa plus grande intensité vers 8 h. 30 m.; plus tard et pendant une grande partie de la nuit, éclairs de différentes côtés.

17, éclairs et tonnerres de 8 h. à 9 h. 30 m. du soir; l'orage passe du S. au N.

20, hâle dans la matinée.

21, tonnerres de 5 h. à 5 h. 30 m. du soir, l'orage passe du N. au S. à l'Ouest de l'Observatoire; hâle assez intense pendant presque toute la journée.

22, quelques coups de tonnerre au Nord vers 8 h. du matin; couronne solaire pendant une partie de la journée: le hâle était assez intense.

23 et 24, hâle intense, surtout l'après-midi.

Le 25, tonnerres au N. de 4 h. 35 m. à 5 h. du matin ; de midi 55 m. à 1 h. 25 m. de nouveau quelques coups de tonnerre ; les nuages orageux se dirigent du SO. à l'ENE. Plus tard encore, vers 11 h. du soir et minuit, éclairs et tonnerres.

29, de 10 h. 10 m. à 11 h. 5 m. du matin, éclairs et tonnerres au Sud ; de 11 h. 35 m. à 1 h. 30 m. tonnerres au Nord.

30 et le 31, hâle assez intense, surtout le matin et le soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 5, à 8 h. matin...	730,16	Le 3, à 6 h. soir	722,98
8, à 6 h. matin...	729,54	7, à 2 h. soir	727,64
11, à 8 h. matin...	728,84	9, à 6 h. soir.....	723,56
17, à 8 h. matin ...	730,42	13, à midi.....	723,40
20, à 8 h. matin...	730,05	18, à 4 h. soir	726,05
23, à 8 h. matin ...	729,81	21, à 6 h. soir	725,30
27, à 8 h. matin ...	727,89	25, à 4 h. soir	724,57
31, à 8 h. matin ...	734,14	28, à 6 h. soir	725,07

GENÈVE. — JUILLET 1864.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Ecart avec la temp. normale.	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h	Tension de la vap. Ecart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Ecart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minimum.	Fract. de saturation en millièmes. Maximum.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Ecart avec la temp. normale.	Limnimètre à midi
	millim.	millim	°	°	°	°	mm	mm					mm.				°		pouces
1	726,52	— 0,90	+17,17	—0,91	+13,2	+21,7	7,72	—2,67	567	—126	400	820	...	..	variable	0,20	13,8	— 2,1	64,2
2	726,39	— 1,07	+15,43	—2,71	+ 7,0	+21,4	8,02	—2,40	634	— 58	390	860	..	..	N. 1	0,14	15,8	— 0,5	64,5
3	723,62	— 3,88	+19,63	+1,43	+10,7	+26,3	9,99	—0,46	601	— 90	390	830	1,1	1	SSO. 1	0,43	.	.....	64,5
4	728,28	+ 0,74	+16,08	—2,18	+12,3	+21,4	7,07	—3,41	551	—139	390	640	...	..	NNE. 1	0,36	15,9	— 0,6	64,5
5	729,30	+ 1,73	+15,78	—2,53	+ 7,1	+22,8	8,35	—2,15	629	— 60	400	820	...	..	N. 1	0,03	17,0	+ 0,4	64,5
6	728,39	+ 0,78	+17,66	—0.70	+ 9,0	+25,0	7,96	—2,56	560	—128	310	820	...	..	NO. 1	0,06	17,8	+ 1,1	64,5
7	728,35	+ 0,70	+16,58	—1,83	+ 8,4	+23,5	7,63	—2,91	566	—121	380	820	...	..	N. 1	0,20	18,1	+ 1,3	64,5
8	728,79	+ 1,11	+15,48	—2,97	+ 7,3	+21,4	7,38	—3,18	585	—101	360	800	...	..	N. 1	0,03	17,9	+ 1,0	64,5
9	725,59	— 2,12	+17,76	—0,73	+ 8,2	+24,0	8,96	—1,62	596	— 89	400	810	...	..	N. 1	0,46	18,7	+ 1,7	64,5
10	725,57	— 2,17	+17,09	—1,44	+13,7	+21,0	11,16	+0,56	777	+ 92	670	790	...	..	N. 1	0,57	...	....	64,3
11	728,38	+ 0,61	+20,50	+1,94	+14,8	+26,2	12,77	+2,15	729	+ 45	500	900	0,5	1	N. 1	0,33	19,7	+ 2,5	63,7
12	726,47	— 1,33	+22,67	+4,08	+15,5	+31,2	13,60	+2,96	680	— 4	420	820	...	..	N. 1	0,49	19,7	+ 2,4	63,5
13	724,24	— 3,59	+19,85	+1,23	+15,2	+26,1	12,61	+1,95	755	+ 71	440	1000	24,0	2	SSO. 1	0,70	20,8	+ 3,4	63,6
14	726,98	— 0,87	+19,24	+0,59	+15,7	+23,6	12,05	+1,38	748	+ 65	540	880	..	..	N. 1	0,43	20.8	+ 3,4	63,9
15	728,40	+ 0,53	+19,46	+0,78	+12,4	+25,5	11,25	+0,57	688	+ 5	380	890	...	..	N. 1	0,01	20,5	+ 3,0	64,5
16	728,84	+ 0,95	+20.67	+1.97	+12.8	+27,0	11.56	+0,87	649	— 34	430	810	0,2	1	N. 1	0,69	20,4	+ 2,8	64,5
17	729,24	+ 1,33	+21,63	+2,91	+15,8	+28,5	13,31	+2,61	707	+ 24	480	910	6,8	2	variable	0,53	...	....	66,2
18	727,25	— 0,68	+19,46	+0.73	+14,3	+25,2	11,61	+0,90	710	+ 27	460	910	...	..	SSO. 1	0,51	19,9	+ 2,1	66,6
19	728,15	+ 0.20	+18,83	+0,09	+14,0	+23.9	11,42	+0,70	721	+ 39	520	890	2,3	1	S. 1	0.70	20,4	+ 2,6	66.6
20	729,34	+ 1,37	+19,18	+0,43	+13,3	+24,2	10,80	+0,07	677	— 5	490	980	...	..	NNE. 2	0,04	20,6	+ 2,7	67,0
21	726,90	— 1,09	+20.38	+1,63	+12.9	+26,8	12 00	+1,26	691	+ 9	410	880	...	..	NNO. 1	0,14	21,0	+ 3,0	67,5
22	727,83	— 0,17	+20,42	+1,67	+16,2	+26,0	11,39	+0,65	664	— 18	450	860	0,2	1	variable	0,42	21,1	+ 3,1	67,5
23	729,26	+ 1,25	+19,72	+0,97	+13,8	+25,0	11,69	+0,95	705	+ 23	510	820	...	..	N. 1	0,30	20.8	+ 2,7	67,7
24	727,94	— 0,08	+20,03	+1,29	+14,7	+25,3	13,28	+2,54	775	+ 93	540	900	...	..	NNO. 1	0,30	...	....	67,7
25	725,45	— 2,58	+23,42	+4,68	+16,9	+28,8	13,43	+2,68	649	— 33	430	890	..	..	SO. 1	0,60	21,8	+ 3,6	67,8
26	726,48	— 1,56	+20,68	+1,95	+19,0	+24,4	11,30	+0,55	653	— 30	450	700	...	..	SSO. 1	0,81	21,6	+ 3,3	67,8
27	727,05	— 0,99	+20,29	+1,58	+16,2	+25,1	11,34	+0,59	666	— 17	440	850	...	..	N 1	0,16	21,1	+ 2,8	68.0
28	726,21	— 1,83	+23 60	+4,91	+14,0	+32,0	12,04	+1,29	588	— 96	275	820	...	..	SO. 1	0,31	21.7	+ 3,3	68,0
29	728,79	+ 0,74	+21,77	+3,10	+18,1	+27,9	13,08	+2,33	696	+ 12	480	820	...	..	N. 1	0,42	21.7	+ 3,3	68.5
30	732,29	+ 4,24	+21,68	+3,03	+14,9	+27,2	12,62	+1,87	668	— 17	450	860	...	..	N. 1	0,20	22,0	+ 3,6	68.8
31	733,40	+ 5,35	+21,86	+3,24	+14,6	+28,2	12,51	+1,76	658	— 28	440	860	..	..	N. 1	0,18	...	....	69,0

MOYENNES DU MOIS DE JUILLET 1864

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
				Baromètre.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	727,50	727,63	727,35	727,02	726,62	726,32	726,21	726,65	727,47
2e »	728,12	728,26	728,09	727,66	727,25	726,93	726,90	727,24	727,82
3e »	728,55	728,75	728,63	728,30	728,00	727,65	727,51	727,96	728,37
Mois	728,07	728,23	728,04	727,69	727,31	726,99	726,89	727,30	727,90
				Température.					
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	+12,34	+16,61	+18,88	+20,56	+21,68	+21,70	+20,37	+17,68	+15,45
2e »	+16,19	+19,57	+21,95	+23,88	+24,70	+24,30	+23,02	+21,12	+18,68
3e »	+16,98	+20,90	+22,77	+24,97	+25,53	+25,71	+24,56	+21,84	+20,05
Mois	+15,23	+19,09	+21,25	+23,20	+24,02	+23,96	+22,71	+20,27	+18,13
				Tension de la vapeur.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	8,62	8,74	8,24	8,15	8,22	8,28	8,79	8,70	8,52
2e »	12,19	12,42	12,41	12,35	11,51	11,87	12,04	12,44	12,10
3e »	11,81	12,65	12,78	12,32	11,71	11,50	12,03	13,14	12,72
Mois	10,91	11,31	11,19	10,98	10,52	10,58	10,99	11,48	11,17
				Fraction de saturation en millièmes.					
1re décade,	801	615	506	452	428	431	490	574	650
2e »	889	731	632	562	500	534	577	666	755
3e »	820	691	620	525	485	475	537	672	727
Mois	836	680	587	513	471	480	535	638	711

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moyenne du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		°	mm	p.
1re décade,	+ 9,69	+22,85	0,25	16,87	1,1	64,5
2e »	+14,38	+26,14	0,45	20,31	33,8	65,1
3e »	+15,57	+26,97	0,35	21,42	0,2	68,0
Mois	+13,29	+25,37	0,35	19,64	35,1	65,9

Dans ce mois, l'air a été calme 0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,55 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 20°,5 O. et son intensité est égale à 36 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JUILLET 1864.

Le 3, au soir, nombreux éclairs.

13, éclairs et tonnerres répétés dans la soirée.

16, à 9 heures du soir, éclairs et tonnerres dans la direction SO.; grêle et pluie pendant près de 20 minutes.

17, vers les 7 h. $^1/_2$ du soir, éclairs et tonnerres dans la direction N.; grêle et pluie durant un quart d'heure.

21, de 7 h. 50 m. à 9 h. du soir, fréquents éclairs et tonnerres au SO.

28, plusieurs coups de tonnerre au couchant.

SAINT-BERNARD. — JUILLET 1864.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Ecart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température, C. Moyenne des 24 heures.	Température, C. Ecart avec la température normale.	Température, C. Minimum.[1]	Température, C. Maximum.[1]	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures	Vent dominant	Clarté moy. du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	mm	mm			
1	565,33	— 2,54	565,03	565,88	+ 2,04	— 3,29	+ 0,4	+ 4,6	.....	.....	.....	NE. 2	0,72
2	566,45	— 1,49	565,95	566,70	+ 6,96	+ 1,57	+ 1,9	+10,5	.....	.....	.....	NE. 1	0,01
3	566,24	— 1,76	565,92	566,54	+ 8,24	+ 2,79	+ 5,9	+11,0	.....	.....	.....	SO. 1	0,64
4	566,38	— 1,68	565,12	567,53	+ 1,21	— 4,27	+ 0,8	+ 3,4	.....	2,2	1	NE. 2	0,80
5	567,99	— 0,12	567,31	568,58	+ 4,50	— 1,07	+ 0,7	+ 8,0	.....	.....	.....	NE. 1	0,02
6	567,40	— 0,77	567,21	567,57	+ 4,17	— 1,45	+ 1,1	+ 7,6	.....	.....	.....	NE. 1	0,14
7	566,94	— 1,28	566,58	567,38	+ 4,12	— 1,55	+ 1,9	+ 6,7	.....	.....	.....	NE. 2	0,28
8	566,89	— 1,38	566,32	567,49	+ 3,52	— 2,20	+ 0,8	+ 6,4	.....	.....	.....	NE. 1	0,19
9	566,43	— 1,89	566,26	566,66	+ 6,97	+ 1,20	+ 2,9	+10,8	.....	.....	.....	NE. 1	0,37
10	567,86	— 0,51	566,74	568,95	+ 8,41	+ 2,59	+ 7,0	+11,0	.....	.....	.....	SO. 1	0,90
11	571,06	+ 2,64	569,93	571,84	+ 7,86	+ 2,00	+ 6,2	+10,1	.....	.....	.....	SO. 1	0,80
12	570,04	+ 1,58	569,66	570,63	+12,22	+ 6,32	+ 6,7	+15,7	.....	.....	.....	SO. 1	0,56
13	566,25	— 2,25	565,84	566,57	+ 7,55	+ 1,61	+ 5,4	+10,9	.....	30,2	3	variable	0,88
14	567,71	— 0,83	566,60	568,82	+ 5,21	— 0,77	+ 3,9	+ 7,9	.....	.....	.....	NE. 1	0,77
15	569,68	+ 1,10	569,04	570,36	+ 8,07	+ 2,05	+ 3,7	+11,0	.....	.....	.....	NE. 1	0,04
16	571,39	+ 2,77	570,70	571,90	+10,31	+ 4,26	+ 7,5	+14,3	.....	30,2	1	NE. 1	0,74
17	570,81	+ 2,16	569,78	571,70	+ 8,98	+ 2,90	+ 7,0	+13,2	.....	22,0	1	NE. 1	0,68
18	568,08	— 0,60	567,62	568,38	+ 6,90	+ 0,79	+ 2,9	+11,1	.....	.....	.....	variable	0,69
19	568,29	— 0,42	566,82	569,60	+ 2,67	— 3,46	+ 2,1	+ 5,2	.....	13,5	4	NE. 2	0,92
20	569,58	+ 0,85	568,99	569,99	+ 6,79	+ 0,64	+ 3,3	+ 9,3	.....	.....	.....	NE, 1	0,37
21	569,01	+ 0,26	568,70	569,30	+ 9,67	+ 3,50	+ 7,0	+12,3	.....	14,1	3	NE. 1	0,26
22	568,97	+ 0,20	568,67	569,32	+ 6,38	+ 0,19	+ 5,5	+ 8,8	.....	.....	.....	NE. 2	0,80
23	569,67	+ 0,88	568,90	570,29	+ 6,16	— 0,04	+ 4,0	+ 8,8	.....	.....	.....	NE. 2	0,68
24	570,20	+ 1,39	569,77	570,42	+11,06	+ 4,85	+ 7,3	+15,0	.....	.....	.....	NE. 1	0,31
25	568,83	0,00	568,08	569,21	+10,62	+ 4,40	+ 8,6	+14,1	.....	.....	.....	variable	0,49
26	567,90	— 0,94	567,22	568,84	+ 6,64	+ 0,41	+ 5,9	+ 9,4	.....	4,2	3	NE. 1	0,89
27	568,92	+ 0,07	568,50	569,47	+ 9,57	+ 3,34	+ 4,9	+12,5	.....	.....	.....	NE. 1	0,01
28	570,04	+ 1,18	569,51	570,64	+10,50	+ 4,27	+ 8,4	+16,2	.....	.....	.....	NE. 1	0,43
29	570,97	+ 2,11	570,27	572,50	+ 8,51	+ 2,28	+ 6,7	+12,8	.....	.....	.....	NE. 1	0,59
30	573,47	+ 4,60	572 33	574,49	+ 8,51	+ 2,28	+ 6,1	+11,8	.....	.....	.....	NE. 1	0,49
31	574,94	+ 6,07	574,57	575,20	+10,50	+ 4,28	+ 6,9	+14,0	.....	.....	.....	NE. 1	0,14

[1] Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. du matin à 10 h. du soir, les thermomètrographes étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS DE JUILLET 1864.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s	8 h. s.	10 h. s.
				Baromètre.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	566,28	566,45	566,64	566,78	566,84	566,93	567,04	567,16	567,23
2e »	568,91	569,07	569,16	569,26	569,44	569,39	569,36	569,55	569,68
3e »	569,83	570,01	570,12	570,26	570,26	570,28	570,38	570,66	570,81
Mois	568,39	568,56	568,69	568,81	568,89	568,91	568,97	569,17	569,29
				Température.					
1re décade,	+ 3°,05	+ 4°,90	+ 6°,71	+ 7°,33	+ 7°,83	+ 7°,63	+ 6°,04	+ 4°,23	+ 3°,91
2e »	+ 5,61	+ 7,59	+ 9,35	+10,18	+10,13	+ 9,72	+ 8,34	+ 7,41	+ 7,06
3e »	+ 6,78	+ 8,61	+11,14	+11,56	+11,53	+10,65	+ 9,57	+ 8,75	+ 8,17
Mois	+ 5,20	+ 7,09	+ 9,13	+ 9,75	+ 9,89	+ 9,37	+ 8,04	+ 6,86	+ 6,44

	Min. observé.[1]	Max. observé.[1]	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	mm
1re décade,	+ 2,37	+ 8,00	0,41	2,2	—
2e »	+ 4,87	+10,87	0,64	95,9	—
3e »	+ 6,48	+12,34	0,46	18,3	—
Mois	+ 4,64	+10,46	0,50	116,4	—

Dans ce mois, l'air a été calme 15 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 5,43 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45°E., et son intensité est égale à 70 sur 100.

[1] Voir la note du tableau.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XX (NOUVELLE PÉRIODE)

1864. — Nos 77 à 80.

Page

Recherches sur les acides silicotungstiques et note sur la constitution de l'acide tungstique, par M. C. MARIGNAC 5

Sur la condensation des vapeurs à la surface des corps solides, par M. G. MAGNUS 15

Notes physiologiques, par M. VALENTIN 28

Résumé météorologique de l'année 1863 pour Genève et le Grand Saint-Bernard, par M. E. PLANTAMOUR 93

E. Frankland. De la cause physique de l'époque glaciaire, par M. A. DE LA RIVE 136

Sur l'absorption et le rayonnement de la chaleur par les substances gazeuses, par M. J. TYNDALL 152

Sur l'influence de la condensation dans les expériences sur la diathermansie, par M. G. MAGNUS 168

Notice sur la constitution du Soleil, par M. M. MAGNUS 171

Sur la synthèse des substances organiques, par M. BERTHELOT 197

Sur la limite supérieure de la température qui permet la végétation, par M. JULIUS SACHS 212

Sur la formation de la glace dans la mer, par M. E. EDLUND 254

Page

Notice sur le Bulletin météorologique de l'observatoire du collége romain et sur divers travaux récents relatifs aux étoiles filantes, par M. ALFRED GAUTIER 293

Vérification de la loi électrolytique lorsque le courant exerce une action extérieure, par M. J.-L. SORET 324

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

Alvan Clark. Le Soleil est une petite étoile 33

PHYSIQUE.

Tate. Sur la grandeur de la goutte liquide formée dans des circonstances différentes 38

Sorby. Sur la corrélation directe des forces mécaniques et chimiques 43

Avenarius. La thermo-électricité considérée comme identique, quant à son origine, avec l'électricité de contact 46

C. Matteucci. Sur les courants électriques de la terre... 176

J. Croll. Sur la cause du refroidissement produit dans les corps solides par l'effet de la tension 272

P. Riess. Déviation de l'aiguille aimantée par les courants induits de la batterie de Leyde. — L'extracourant dans le circuit de la batterie de Leyde 275

L. Dufour. Note sur l'influence de la pression atmosphérique sur la combustion 338

Balfour Stewart Sur le changement qui a lieu dans la force élastique d'un volume constant d'air atmosphérique sec entre 0° et 100°, et sur la température du point de congélation du mercure 344

Hagen. Sur la chaleur des rayons solaires 345

CHIMIE.

Pisani. Étude chimique et analyse du pollux de l'île d'Elbe 48

W. Crookes. Sur le thallium 49

Page

A. Guyard. De l'acide uranique..... 50
A. Streng. Sur le fluochromate de potasse..... 51
A. Remelé. Recherches sur les combinaisons sulfurées de l'uranium..... 52
G. Rose. Sur la composition chimique de la braunite et de la hausmannite..... 182
Lallemand. Note sur les cyanures de cuivre et quelques-unes de leurs combinaisons..... 182
Dr *William Marcet.* Sur un acide colloïde constituant normal de l'urine humaine..... 346
Dr *Wolcott Gibbs.* Sur la détermination de l'azote par le poids..... 349
G. Lemoine. Recherches sur l'action du phosphore rouge sur le soufre..... 352

MINÉRALOGIE, GÉOLOGIE.

Pissis. Sur le soulèvement graduel de la côte du Chili et sur un nouveau système stratigraphique très-ancien observé dans ce pays..... 53
Dewalque. Sur la distribution des sources minérales en Belgique..... 54
Isidore Bachmann. Mémoire sur les formations jurassiques du canton de Glaris..... 54
Amédée Burat. Une excursion dans les Alpes françaises.. 56
Sir *R.-J. Murchison* et le prof. *B. Harkness.* Sur les roches permiennes du nord-ouest de l'Angleterre et sur leur extension en Écosse..... 58
G. Rose. Sur la fusion du carbonate de chaux et sur la production artificielle du marbre..... 59

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

A. Corradi. Des morts subites..... 60
Th. von Siebold. Sur des abeilles hermaphrodites..... 64
Le même. Les poissons d'eau douce du centre de l'Europe 67
Em. DuBois-Reymond. Sur la loi du courant musculaire 71
N. Lieberkühn. Sur les phénomènes moteurs chez les éponges..... 183
Otto Nasse. Les enveloppes de l'œuf chez la musaraigne

Page

et le hérisson 186

Alex. Agassiz. Sur l'Arachnactis brachiolata, actinie flottante, trouvée près de Nahant Massachussets. 187

Prof. *Wyville Thomson.* Sur l'embryogénie de la comatula rosacea 277

Rev. *Samuel Haughton.* Sur la forme des alvéoles faits par diverses guêpes et par les abeilles; suivi d'un appendice sur l'origine des espèces. — *Alfred Wallace.* Remarques sur le mémoire du rév. Haughton relatif aux alvéoles des abeilles et à l'origine des espèces 279

William Blanford. Sur les animaux des Raphaulus, Spiraculum et autres Cyclostomes tubifères. 283

Nouveaux documents relatifs à l'antiquité de l'homme. . 352

Wilhelm His et *Ludwig Rutimeyer.* Crania Helvetica. — *L. Rutimeyer.* De la population des Alpes. — *A. Ecker.* Crania Germaniæ meridionalis occidentalis. — *Carl Vogt.* Leçons sur l'homme, sa place dans la création et l'histoire de la terre. 362

A Kœlliker. Sur la théorie Darwin. 367

Prof. *Reuss.* Esquisse d'une classification des foraminifères. — Prof. *Max Schultze.* Un polythalame 370

G. Valentin. Note sur le sommeil hibernant des marmottes 373

BOTANIQUE.

Dr. *Engelman.* Sur la pulpe des fruits de Cactus et de Ribes 79

Milde. Distribution géographique actuelle des Equisétacées 82

Todaro. Observations sur les espèces de cotonnier cultivées dans le jardin botanique de Palerme. 83

Édouard Morren. Détermination du nombre des stomates chez quelques végétaux indigènes ou cultivés en Belgique 374

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES
faites à Genève et au Grand St-Bernard.

Observations faites pendant le mois d'avril. 85

Idem. pendant le mois de mai 189

Idem. pendant le mois de juin 285

Idem. pendant le mois de juillet 377

3 5185 00258 96